



FACULDADE DE LETRAS

UNIVERSIDADE DO PORTO

José Luís Ferreira da Silva

2º Ciclo de Estudos em Riscos, Cidades e Ordenamento do Território

Avaliação do Risco de Incêndio Industrial
Contributo para o Planeamento Municipal de Emergência
Caso de estudo São João da Madeira

Ano 2014

Orientador: Teresa Maria Vieira de Sá Marques

Coorientador: António Alberto Teixeira Gomes

Classificação:

Ciclo de estudos:

Dissertação:

Agradecimentos

A dissertação de mestrado que seguidamente se apresenta, constitui dois anos consecutivos de árduo empenho e aprendizagem. Reflete o meu esforço e dedicação juntamente com a colaboração de diversas pessoas e entidades, que ao longo deste percurso, contribuíram para o progresso deste projeto e para o enriquecimento da minha experiência pessoal e académica.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à Professora Doutora Teresa Maria Vieira Sá Marques e ao Professor Doutor António Alberto Teixeira Gomes pela ajuda, apoio e atenção que me prestaram na elaboração da dissertação, assim como pelas críticas construtivas e valiosas contribuições durante a orientação, pela disponibilidade demonstrada em me receberem, e devido a toda a sua sabedoria, experiência e pedagogia me privilegiaram com todos os seus conhecimentos.

A todos os elementos do Serviço Municipal de Proteção Civil (SMPC) da Câmara Municipal de São João da Madeira, em especial à Doutora Isabel Wallenstein Almeida e ao Sr. António Coelho pelo apoio, excelente ambiente, condições de trabalho, a boa disposição que me proporcionaram e as colaborações prestadas, sem as quais não seria possível a concretização do trabalho.

Gostaria também de transmitir o meu agradecimento aos meus colegas de curso, em especial ao meu colega e amigo Henrique Vale da Costa, por todo o apoio e ajuda no desenvolvimento desta dissertação.

O meu profundo e sentido agradecimento ao apoio de toda a minha família pela constante presença na minha formação. Agradeço as palavras de motivação, a ajuda para contornar as dificuldades e efetuar as melhores escolhas; pelo inestimável apoio que me dão, pela bondade e por tudo o que representam para mim.

Um profundo agradecimento a todos aqueles que me apoiaram nesta longa caminhada e que tornaram possível, de uma forma ou de outra, a execução desta dissertação.

Resumo

A importância da segurança ao incêndio nos edifícios industriais é indiscutível, pois está em jogo não só a vida das pessoas mas também interesses diversos como, por exemplo, bens patrimoniais, valores históricos com forte simbolismo no imaginário coletivo que uma vez perdidos dificilmente serão recuperados e, ainda, a continuidade de serviços estratégicos para a sociedade em geral.

Torna-se por isso imprescindível que seja efetuado um levantamento deste risco, uma tomada de medidas preventivas e de resposta rápida incluídas num planeamento de emergência, que permitam minorar os efeitos de um incêndio num edifício industrial.

Este projeto de investigação começa por contextualizar a segurança contra incêndio nas indústrias em estudo, e procura sintetizar as medidas corretivas a introduzir e, que permitam uma **segurança contra incêndio aceitável**.

Neste sentido elaborou-se uma ficha de levantamento com os principais parâmetros de análise do método de Gretener, para ser utilizada no exaustivo trabalho de campo que teve uma duração aproximada de três meses, no qual se visitaram todas as indústrias alvo de estudo de modo a perceber as suas condições de segurança contra incêndios.

Seguidamente, esta informação foi tratada e compilada numa base de dados que permitiu determinar a suscetibilidade do risco de incêndio nas indústrias alvo de estudo e representá-las cartograficamente através do sistema de informação geográfica (SIG).

Esta análise de risco de incêndio das áreas industriais de São João da Madeira pode contribuir para melhorar a intervenção dos bombeiros. Através da análise do risco, podem ser avaliadas e implementadas medidas preventivas nos edifícios de forma a serem atenuados os riscos de incêndio.

Esta projeto tem ainda uma forte componente prática resultante da aplicação dos critérios de análise de risco de incêndio constantes da aplicação do método de GRETENER adaptado à realidade portuguesa.

Com este projeto de investigação, foi possível o desenvolvimento de novas competências ligadas à avaliação do risco de incêndio em edifícios industriais, nomeadamente o desenvolvimento de mapas, bem como, no conhecimento do concelho em questão.

Palavras-chave: Risco, Suscetibilidade, Incêndios Urbanos, Avaliação de Risco.

Abstract

The importance of fire security in industrial buildings is unquestionable because not only people's life is at risk but also different interests, such as property assets and historical values with a strong symbolism in the collective imagination, which once lost will hardly be recovered, and the continuity of strategic services for society in general.

That is to say that it becomes very important to evaluate that risk, preventive measures and a quick response, being all of these included in an emergency plan, allowing the diminishing of the effects of a fire in an industry building.

This investigation project begins with the contextualization of the security against fires in the industries studied, and aims to sum up the corrective measures to be introduced, which will allow an acceptable security against fires.

It was then elaborated the mapping with the main analysis parameters of the Gretener method, to be used in the exhaustive work camp, which lasted approximately three months. During this time, all the industries at study were visited, in order to perceive its security conditions against fires.

Then all data was processed and compiled on a database, which allowed to determine the fire risk susceptibility of the industries at study, representing them digitally using the geographical information system (SIG).

This analysis of the fire risk of São João da Madeira's industrial areas may contribute to improve the firemen's intervention. Through the risk analysis, preventive measures may be evaluated and implemented in the buildings, so that fire risks can be reduced.

This project has also a strong practical component, resulting from the application of the criteria of fire risk analysis, present in the application of the Gretener method, adapted to the Portuguese reality.

With this investigation project, it was possible to develop new skills connected to the evaluation of fire risk in industrial buildings, namely the development of maps, as well as knowledge of the focused council.

Key-words: risk, susceptibility, urban fires, risk evaluation

Acrónimos

ANPC Autoridade Nacional de Proteção Civil

CMSJM Câmara Municipal de São João da Madeira

PMEPC Planos Municipais de Emergência de Proteção Civil

SIG Sistemas de Informação Geográfica

SMPC Serviços Municipais de Proteção Civil

SCIE Segurança Contra Incêndio em Edifícios

SCI Segurança Contra Incêndio

NUT Nomenclatura de Unidade Territorial

INE Instituto Nacional de Estatística

FRIM Fire Risk Index Method

FRAM Fire Risk Assessment Method for Engineering

ARICA Análise do Risco de Incêndio em Centros Urbanos Antigos

A Perigo de ativação

B Fator de exposição ao incêndio

E Nível do andar, ou altura útil do local

F Resistência ao fogo, fator conjunto das medidas de proteção da construção

G Construção de grande volume

H Número de pessoas

M Produto de todas as medidas de proteção

N Produto de todas as medidas normais

P Perigo potencial

Q Carga de incêndio

R Risco de incêndio efetivo

S Produto de todas as medidas especiais

V Construção de grande volume

Z Construção em células

AB Superfície de um compartimento de incêndio

AZ Superfície de uma célula corta-fogo

AF Superfície vidrada

Co Indicação do perigo de corrosão

Fe Grau de combustibilidade

Fu Indicação do perigo de fumo

Tx Indicação do perigo de toxicidade

b Largura do compartimento de incêndio

c Fator de combustibilidade e Fator do nível de um andar, ou da altura útil de um local

f Fator das medidas de proteção da construção

g Fator de amplitude (forma) da superfície

i Fator da carga de incêndio imobiliária

k Fator de perigo e corrosão e de toxicidade

l Comprimento do compartimento de incêndio

n Fator das medidas normais

p Categoria de exposição ao perigo para as pessoas q Fator da carga de incêndio mobiliária

r Fator de perigo de fumo

s Fator das medidas especiais

Y Segurança contra incêndio

P_{H,E} Exposição ao perigo para as pessoas (tendo em conta o número de pessoas, a sua mobilidade e o andar onde se encontra o compartimento de incêndio)

Q_m Carga de incêndio mobiliária (MJ/m²)

Q_i Carga de incêndio imobiliária

R_n Risco de incêndio normal

R_u Risco de incêndio admissível

Índice

Agradecimentos.....	3
Resumo.....	4
Abstract.....	5
Acrónimos.....	6
Índice de Figuras.....	9
Índice de Tabelas.....	10
1 Introdução.....	11
1.1 Objetivos	13
1.2 Estrutura da dissertação.....	15
1.3 Modelo Conceptual	16
1.4 Conceitos.....	17
1.5 Trabalhos anteriores sobre risco de incêndios industriais em Portugal	25
2 Metodologia.....	30
3 Caracterização do Concelho de S. João da Madeira.....	36
3.1 Caracterização Geral	36
3.2 Caraterização Socioeconómica	37
4 Caso de estudo.....	45
4.1 Aplicação do método de Gretener, ao tecido industrial de São João da Madeira	45
4.1.1 Edifício.....	47
4.1.2 Perigo Potencial	48
4.1.3 Medidas Normais de Proteção	54
4.1.4 Medidas Especiais de Proteção	56
4.1.5 Resistência ao fogo - Medidas Inerentes à Construção	58
4.1.6 Determinação da Segurança Contra Incêndio.....	60
4.1.7 Prova de uma Segurança Suficiente Contra Incêndio.....	61
4.1.8 Medidas corretivas	62
4.2 Caso de Estudo - Risco de Incêndio área Industrial da Devesa Velha e Travessas.	66

4.3	Caso de estudo – População afetada por um acidente envolvendo matérias perigosas em indústria Seveso	105
5	Conclusões	108
6	Referencias Bibliográficas	112

Índice de Figuras

Figura 1 - Fluxograma do desenvolvimento do trabalho	16
Figura 2 - Modelo de Risco de Incêndio Industrial (Parcialmente adaptado de Zêzere, 1999).....	24
Figura 3 - Fluxograma da metodologia seguida	31
Figura 4 - Ficha de levantamento usada durante o trabalho de campo	33
Figura 5 - Exemplo preenchido da folha de cálculo com o método de Gretener.....	35
Figura 6 - Enquadramento Geográfico do Concelho de S. João da Madeira.....	36
Figura 7 - Evolução da população residente no entre Douro e Vouga (2001-2011)	37
Figura 8 - Variação da População Residente no entre Douro e Vouga (2001-2011).	38
Figura 9 - Evolução da população residente em São João da Madeira (1981-2011).....	39
Figura 10 - Pirâmide Etária São João da Madeira (2001-2010)	40
Figura 11 - Densidade Populacional do Concelho de S. João da Madeira (2001).....	42
Figura 12 - Utilizações tipo do Edificado, Segundo o Regulamento de Segurança Contra Incêndios em Edifícios	44
Figura 13 - Edifício em análise	47
Figura 14 - Quadro comparativo das várias medidas preconizadas.....	65
Figura 15 - Atividades Industriais.....	67
Figura 16 - Área de Estudo	70
Figura 17 - Extintores Portáteis	73
Figura 18 - Boca-de-incêndio Armadas/Carreteis	75
Figura 19 - Tipo de Sistema de Abastecimento de Água.....	78
Figura 20 - Reserva de Água para Serviço de Incêndio.....	80
Figura 21 - Distância aos Hidrantes.....	82
Figura 22 - Sistema Automático de Detecção de Incêndio.....	84
Figura 23 - Transmissão de Alarme aos Bombeiros	86
Figura 24 - Instalações de Extinção Automática por Água (Sprinklers)	88
Figura 25 - Sistemas de Extinção por Gases.....	90
Figura 26 - Sistemas de Controlo de Fumo (Desenfumagem).....	92

Figura 27 - Compartimentação Corta-Fogo	94
Figura 28 - Pessoal com Formação em SCI.....	96
Figura 29 - Equipas de 1ª Intervenção	98
Figura 30 - Medidas de Autoproteção	100
Figura 31 - Intervenção dos Bombeiros.....	102
Figura 32 - Segurança Contra Incêndio	104
Figura 33 - População presente afetada por um acidente envolvendo matérias perigosas	106
Figura 34 - Segurança Contra Incêndio atual	110
Figura 35 - Segurança Contra Incêndio Situação com Correção	111

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Trabalhos anteriores sobre risco de incêndios urbanos/industriais em Portugal	26
Tabela 2 - Idade de Construção dos edifícios (2001)	43
Tabela 3 - Parâmetros referentes ao compartimento.....	48
Tabela 4 - folha de cálculo com os diversos valores utilizados.....	49
Tabela 5 - Carga de Incêndio mobiliária Qm, fator q	49
Tabela 6 - Fator i.....	51
Tabela 7 - Fator e – Edifícios de vários andares	52
Tabela 8 - Amplitude de superfície, fator g	53
Tabela 9 - Capacidade de Intervenção Exterior	56
Tabela 10 - Tempo de Intervenção Bombeiros.....	57
Tabela 11 – Resistência da Estrutura	58
Tabela 12 - Resistência das Fachadas	59
Tabela 13 - Resistência dos Pavimentos	59
Tabela 14 - Exposição ao perigo das pessoas, PHE.....	61
Tabela 15 - População Presente afetada por subsecção na modelação	107

1 Introdução

Nos anos recentes, intensificou-se a preocupação com os incêndios urbanos, nomeadamente no que se refere aos incêndios industriais e, cada vez mais, há a necessidade de assegurar as máximas condições de segurança contra incêndio nas indústrias e nas áreas industriais. É neste contexto que se insere o presente estudo das áreas industriais da Devesa Velha e Travessas, localizadas no município de São João da Madeira. Assim, realizou-se uma análise do risco de incêndio na área industrial da Devesa velha e de um quarteirão da área industrial das Travessas, de forma a caracterizar e poder classificar estas áreas de estudo quanto ao risco de incêndio industrial.

O Município de São João da Madeira tem uma história industrial muito rica e possui áreas industriais consolidadas e antigas (Diagnóstico social de São João da Madeira, 2011), com um elevado risco de incêndio ou mesmo passíveis de acidentes envolvendo matérias perigosas, mas ao mesmo tempo, com enorme valor socioeconómico para a região. As áreas industriais, onde predominam as grandes indústrias, são bastante importantes para a própria cidade, pois é nestas áreas que se encontra grande parte do tecido económico e o emprego dos cidadãos do município e concelhos vizinhos.

Uma análise de risco de incêndio das áreas industriais de São João da Madeira seria algo bastante útil para evitar acidentes, para além de contribuir para melhorar a intervenção dos bombeiros. Através de uma análise total de risco, podem ser avaliadas e implementadas medidas preventivas nos edifícios de forma a serem atenuados os riscos de incêndio. De acordo com (Cantos e Ayala-Carcedo, 2002), a gestão de riscos é uma disciplina baseada na análise do risco e nas suas técnicas de gestão com o objetivo de materializar as medidas de mitigação do risco e gerir as organizações que têm relação direta com a aplicação destas medidas e na gestão de emergências. Deste modo é de grande interesse a criação de sinergias entre o processo de análise de risco e a gestão de risco no sentido de aproveitar os resultados inerentes do processo de análise dos processos perigosos. Por isso, a caracterização do risco é um fator fundamental no âmbito das atividades da proteção civil, contribuindo para os objetivos do planeamento de emergência, de modo a prevenir e minimizar situações de risco e atenuar os seus efeitos. Segundo (Alexander, 2002), com o objetivo de planear e preparar os meios e recursos necessários para atuar numa situação de emergência, é necessário identificar os eventos passíveis de ocorrer, determinar a sua evolução no espaço e no tempo e avaliar as consequências dos acidentes. Neste âmbito, as técnicas cartográficas, através da explanação das relações espaciais, desempenham um papel importante para a prevenção e avaliação dos riscos, uma vez que permitem localizar fontes de perigo, determinar zonas de risco e áreas mais vulneráveis.

A escolha do tema foi uma das primeiras decisões a tomar. Assim, esta escolha ocorreu em conjunto com a entidade acolhedora do estágio, pois foi o Serviço Municipal de Proteção Civil da Câmara de São João da Madeira a sugerir o estudo da população afetada por um acidente envolvendo matérias perigosas na área industrial da Devesa Velha, sendo o estudo da análise de risco de incêndio nas áreas industriais do concelho, escolha do mestrando. Esta sugestão foi aceite com satisfação e encarada como um desafio, tendo em conta que analisar criticamente este problema é algo complexo, e fazê-lo para um concelho como o de São João da Madeira seria realmente desafiante e ambicioso. Isto, porque a importância da segurança ao incêndio nos edifícios industriais é indiscutível, pois está em jogo não só a vida das pessoas mas também interesses diversos como, por exemplo, bens patrimoniais, valores históricos com forte simbolismo no imaginário coletivo que uma vez perdidos dificilmente serão recuperados e, ainda, a continuidade de serviços estratégicos para a sociedade em geral (Coelho, 2010, p. 1).

A urgente necessidade de avaliação deste risco concelhio vem colmatar um vazio existente neste domínio e simultaneamente integrar um conjunto de outros riscos já avaliados no Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil do Concelho (CM. S. João da Madeira, 2011).

1.1 Objetivos

Como grande objetivo deste estudo pretende-se, colmatar a falta a nível do município de São João da Madeira de estudos sobre esta temática, nomeadamente associados à cartografia do risco de incêndio industrial, e que este modelo possa permitir o alargamento da análise do risco a todas as áreas industriais de São João da Madeira.

Com o presente trabalho pretende-se uma análise do risco de incêndio nas áreas industriais da Devesa Velha e de um quarteirão da área industrial das Travessas, assim como, identificar a população presente afetada por um potencial acidente envolvendo matérias perigosas na área industrial da Devesa Velha.

Para uma execução eficaz desta análise tem-se em vista a:

- Identificação e georreferenciação dos equipamentos e sistemas de segurança contra incêndios existentes nas indústrias estudadas.
- Avaliação da suscetibilidade ao incêndio industrial através da aplicação do método de GRETENER, adaptado à realidade Portuguesa pelo Eng.º Mário Macedo (Macedo, 2008).
- Criação de mapas de susceptibilidade ao incêndio industrial que sirvam de apoio ao planeamento municipal de emergência.
- Criação de mapas com a população afetada por um acidente envolvendo matérias perigosas, segundo três áreas de proteção distintas: uma de 100m, outra de 200m e por último uma de 800m em redor do perímetro da indústria considerada.

A elaboração deste tipo de estudos pode ajudar organismos e entidades (bombeiros e proteção civil) a identificar áreas e edifícios com maior susceptibilidade e risco de incêndio, e ajudar a definir prioridades e estratégias de gestão do risco de incêndio urbano/industrial, assim como a melhorar a estratégia de combate. Segundo (Mendes e Tavares, 2009), a análise do risco deve estar presente no exercício de planeamento municipal e/ou supra-municipal, já que constitui uma medida não estrutural que possibilita o aumento da capacidade de previsão espacial e temporal dos processos perigosos e possibilita também uma melhor adequação e redacção dos planos de protecção civil, a redução dos esforços de mitigação com a adopção de medidas correctivas estruturais e por último a minimização dos danos económicos e sociais, sendo que é cada vez mais importante a aposta em políticas locais de protecção civil, envolvendo em todo o processo a comunidade local com o objectivo de criar comunidades progressivamente mais resilientes.

As perdas económicas assumidas em consequências das catástrofes têm vindo a aumentar, evidenciando a importância económica e social das situações de emergência deverem ser planeadas com antevisão.(Oliveira,

2006). A título de exemplo, os custos médios a nível mundial em consequência das catástrofes na década de 90 aumentaram seis vezes em comparação com os valores aferidos para os anos 1960 (Oliveira, 2006).

No atual modelo de desenvolvimento das sociedades urbanas, apesar dos enormes avanços na ciência e tecnologia e no conhecimento dos fenómenos que provocam as catástrofes, verificam-se um elevado número de vítimas, e em simultâneo, um aumento significativo das perdas económicas resultantes. As razões que justificam estes resultados relacionam-se especialmente com fatores de ordem demográfica e social, como o crescimento das populações, da densidade populacional em determinadas áreas, mas por outro lado, com os custos que adquiriram as estruturas sociais (Oliveira, 2006).

Neste quadro de mudanças sociais atuais, e em consequência das novas ameaças, a proteção civil europeia reflete também sobre a necessidade de se adaptar a esta dinâmica e de democratizar um dos principais instrumentos de participação do cidadão e das instituições, o planeamento de emergência (Alexander, 2002). Para além dos riscos de causa natural, dado o enquadramento no contexto europeu do então Serviço Nacional de Proteção Civil, o universo de preocupações em termos de definição de potenciais intervenções de proteção civil, foi alargado.

Também aqui os acontecimentos ditaram o progresso. Uma série de catástrofes na indústria europeia, ordenou a necessidade de adotar regulamentos de prevenção do risco de acidente tecnológico, dando origem ao conjunto normativo designado SEVESO3 [SEVESO I (82/501 CEE) e SEVESO II (96/82/CE)]. Esta legislação serve as políticas de prevenção de acidentes em indústrias petroquímicas e refinarias, mas também visa aumentar a capacidade de resposta em caso de acidente. O principal aspeto contido nas diretivas SEVESO referidas anteriormente que compõe o conjunto normativo, é o da elaboração e manutenção de um sistema de informação sobre os acidentes ocorridos nas indústrias, ao nível da Europa, através da criação de uma base de dados partilhada num sistema de informação e de notificações (Seveso I e II).

O risco de incêndio em edifícios oferece-nos um exemplo especialmente interessante e paradigmático, numa era de modernização das sociedades, de como a industrialização e os seus impactes sobre o meio natural gerou um paradoxo: a transformação do Homem na principal vítima da sua própria evolução (BECK, 1998 cit in FERNANDES, R. 2009)

Na manifestação dos riscos o papel da proteção civil é preponderante, na medida, em que cada vez mais importa manter um conhecimento profundo dos perigos e vulnerabilidades a que estamos sujeitos e desenvolver estratégias e mecanismos de planeamento, ordenamento e desenvolvimento que nos permitam transformar uma ameaça numa oportunidade para melhorar a nossa sociedade. Quando se assiste à manifestação de qualquer perigo é necessário dar início ao que se designa por resposta de emergência, o que segundo (Lourenço, 2003), deve passar pela mobilização rápida dos recursos disponíveis, bem como pela proteção e eventual evacuação de pessoas e bens, sendo determinante para o sucesso e eficácia da resposta

de emergência a existência de planos de emergência, gerais e específicos (nacionais, regionais e municipais), a existência de uma eficaz coordenação e gestão de recursos, assim como um sistema de alerta ativo que permita uma rápida resposta de socorro e emergência (Lourenço, 2003).

1.2 Estrutura da dissertação

Na introdução fez-se um enquadramento geral ao tema, enunciando-se os principais objetivos e metodologias, e efectua-se uma referência ao estágio e à escolha do tema.

No capítulo 1 é feita uma apresentação da estrutura e do modelo conceptual usado na dissertação. Debate-se o conceito de risco e de suscetibilidade associado aos riscos tecnológicos, bem como as especificidades que lhes estão associadas. É feita uma abordagem às diversas metodologias de análise para o risco de **incêndio urbano/industrial**, recorrendo ao levantamento de trabalhos anteriores relacionados com o tema em estudo.

No capítulo 2 é feita uma abordagem à metodologia seguida neste trabalho, apresentando-se o modelo proposto para a obtenção da avaliação do risco de incêndio, definindo as variáveis que foram utilizadas juntamente com o tratamento estatístico efetuado.

No capítulo 3 caracteriza-se genericamente o concelho de São João da Madeira. Salientou-se as características humanas, tais como a população residente e a densidade populacional por freguesia, e o parque habitacional do concelho em estudo, ou seja, os parâmetros fundamentais para a perceção do território e necessários à nossa investigação.

O capítulo 4 será inteiramente dedicado ao desenvolvimento do caso de estudo – a avaliação do risco de incêndio industrial, procedendo-se à análise pela aplicação do método *Gretener* à escala da área industrial da Devesa Velha e de um quarteirão da área industrial das Travessas.

O capítulo 5 é dedicado à discussão e apresentação dos pontos mais significativos da investigação, as conclusões e sugestões para a continuidade da pesquisa e um balanço da sua aplicação prática. São apresentados mapas com a situação actual do risco de incêndio industrial e com as medidas corretivas a implementar, as quais permitiriam uma segurança contra incêndios mais eficaz nas indústrias estudadas.

1.3 Modelo Conceptual

Esta dissertação está distribuída por cinco capítulos. Para melhor entendimento, apresenta-se na (Erro! Auto-referência de marcador inválida.), um fluxograma do desenvolvimento do trabalho.

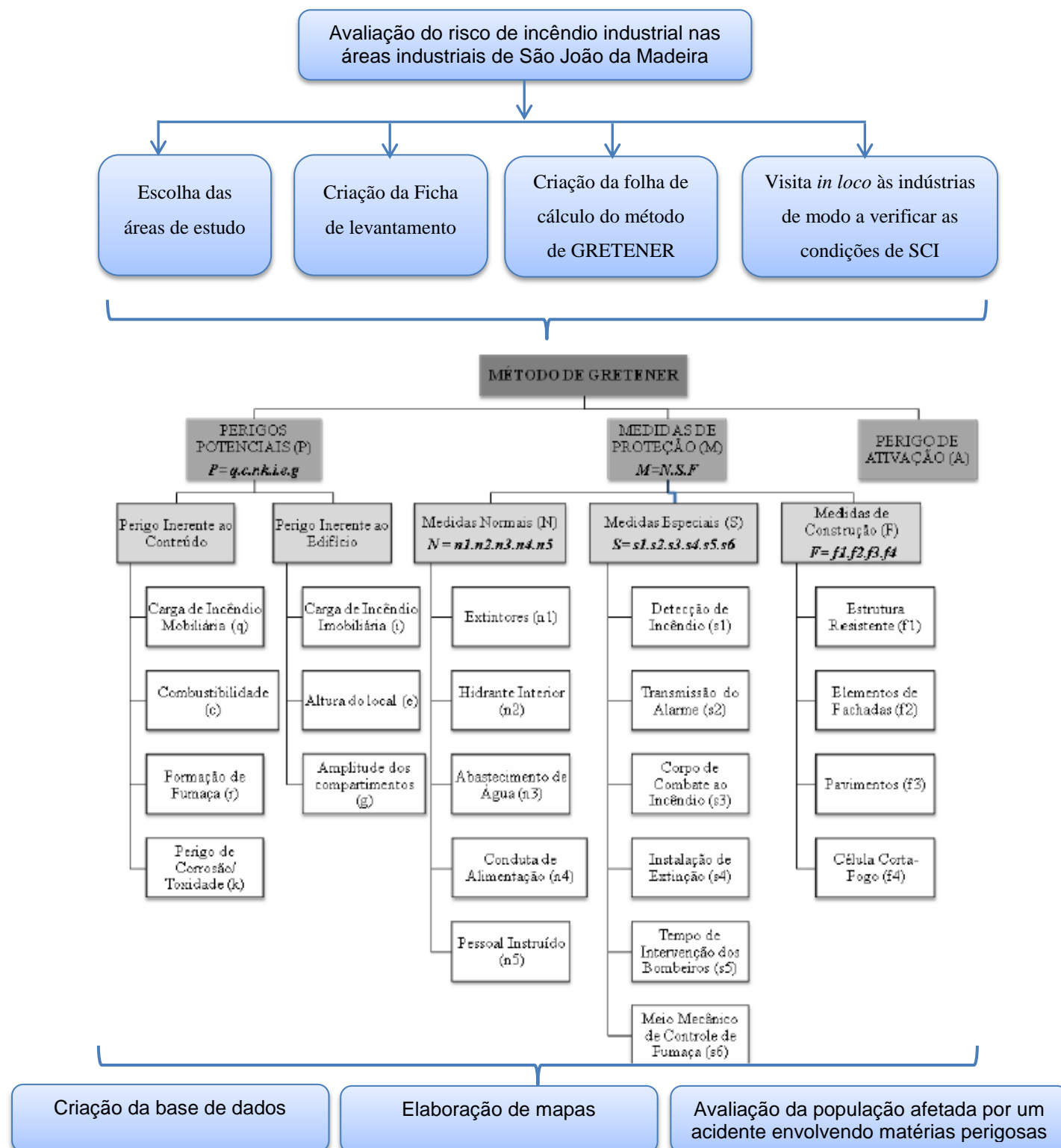


Figura 1 - Fluxograma do desenvolvimento do trabalho

1.4 Conceitos

No início de qualquer investigação é importante definir e apresentar os conceitos orientadores que servirão de pilar ao longo da prática investigativa. No que à temática dos riscos diz respeito assiste-se a uma grande variedade e heterogeneidade de definições para os conceitos base aplicados no processo de avaliação e análise de riscos. A necessidade premente de uniformizar e simplificar conceitos e metodologias resultou na publicação em 2009 do *Guia metodológico para a criação de cartografia municipal de risco e para a criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de base municipal*, (ANPC-DGOTDU-IGP, Julião et al, 2009). Assim sendo alguns dos principais conceitos que serão aplicados ao longo da dissertação terão por base as definições constantes dessas obras de referência.

Probabilidade

Autores

- “A probabilidade traduz a verosimilhança de ocorrência de um fenómeno num determinado local e em determinadas condições.

Numa abordagem clássica, entende-se que todos os eventos, não estando condicionados à existência prévia de outros, têm a mesma probabilidade de ocorrer e portanto uma probabilidade igual.

Em probabilidades condicionantes, entende-se que um determinado evento tem uma dada probabilidade de ocorrer, condicionada à probabilidade de que um evento anterior tenha ocorrido”. (REIS et al. 2003 cit in VERDE, J. 2008)

Riscos Tecnológicos

- Razão entre o número de casos favoráveis à ocorrência de um evento e o número total de casos possíveis. Ou seja, é o potencial/frequência de ocorrências com consequências negativas para a população, ambiente e economia.

Probabilidade

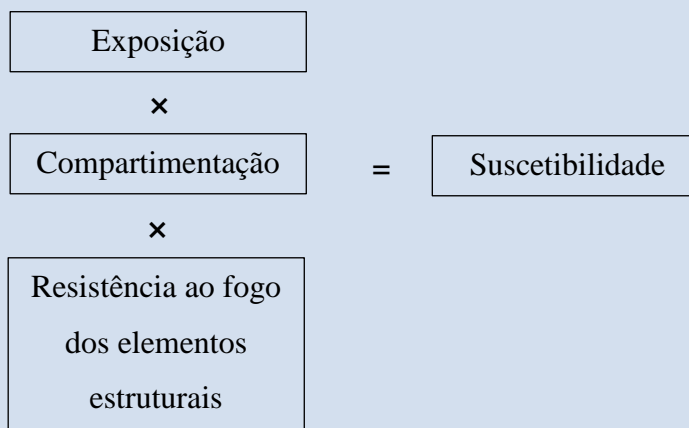
Suscetibilidade

Autores

- Para (Julião et al. 2009, p.20), a suscetibilidade “representa a propensão para uma área ser afetada por um determinado perigo, em tempo indeterminado, sendo avaliada através dos fatores de predisposição para a ocorrência dos processos ou ações, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência”.
- “Propensão de uma dada área ou unidade territorial para ser afetada pelo fenómeno estudado, avaliada a partir das propriedades que lhe são intrínsecas” (Verde et al.,2007).

Riscos Tecnológicos

- A suscetibilidade de uma indústria, expressa as condições que essa indústria apresenta para a ocorrência e potencial de um fenómeno danoso. Uma unidade industrial será mais ou menos suscetível conforme seja mais afetada ou potencie a ocorrência e desenvolvimento do fenómeno.



Perigosidade

Autores

- A perigosidade é o produto da probabilidade e da suscetibilidade. A perigosidade é, segundo a definição de Varnes (1948) “a probabilidade de ocorrência, num determinado intervalo de tempo e dentro de uma determinada área, de um fenómeno potencialmente danoso.”
- Segundo (Cunha, 2008, p.90), “a perigosidade representa a probabilidade de um território ser afetado por um evento ou processo natural ou tecnológico, em função nomeadamente de parâmetros como a magnitude e severidade”.
- “Esta noção de perigosidade engloba duas dimensões: tempo e espaço. Ou seja, engloba as duas componentes descritas anteriormente, a probabilidade, cujo cálculo se pode basear no histórico existente para o evento, e a suscetibilidade, que se remete aos aspetos relacionados do território para o qual se estuda o fenómeno”. (VERDE, 2008)

Riscos Tecnológicos

É a probabilidade de ocorrência de um processo ou ação com potencial destruidor com uma determinada severidade, numa dada área e num determinado período de tempo. Cujo cálculo se pode basear no histórico existente para o evento, e a suscetibilidade, que se remete aos aspetos relacionados com o espaço/local para o qual se estuda o fenómeno.

$$\boxed{\text{Probabilidade}} \times \boxed{\text{Suscetibilidade}} = \boxed{\text{Perigosidade}}$$

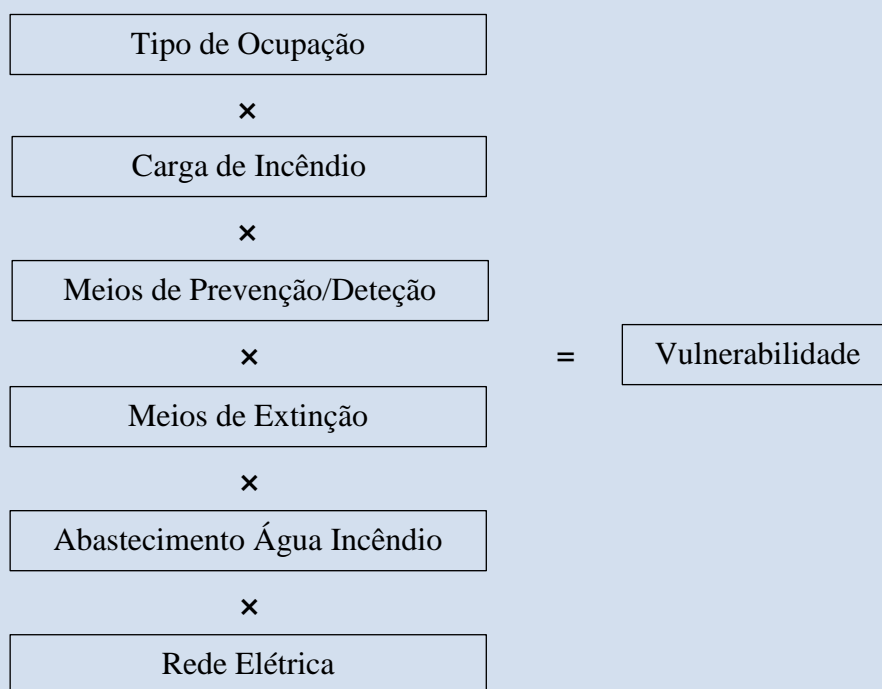
Vulnerabilidade

Autores

- Nos termos atuais, a vulnerabilidade “correspondente ao grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos vulneráveis, resultante da ocorrência de um fenómeno (natural ou induzido pelo Homem) com determinada magnitude ou intensidade” (Zêzere et al. 1999, p.2).
- Uma outra definição aponta para a vulnerabilidade como o “grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado da ocorrência de um processo (ou ação) natural, tecnológico ou misto de determinada severidade. Expressa numa escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total) ” (Julião et al. 2009, p.21).

Riscos Tecnológicos

- O termo vulnerabilidade reflete a potencial afetação de pessoas, bens e ambiente devido à ocorrência de um determinado evento. Ou seja, refere-se à potencial afetação de um bem por um determinado evento.



Valor Económico

Autores

- “Valor monetário (também pode ser estratégico) de um elemento ou conjunto de elementos em risco que deverá corresponder ao custo de mercado da respetiva recuperação, tendo em conta o tipo de construção ou outros fatores que possam influenciar esse custo. Deve incluir a estimativa das perdas económicas diretas e indiretas por cessação ou interrupção de funcionalidade, atividade ou laboração”.
- O valor do mercado em euros dos elementos em risco. Permite quantificar o investimento necessário para recuperar um elemento, em função da sua vulnerabilidade, após destruição ou perda de funcionalidade por exposição a um fenómeno danoso. (Guia Técnico do PMDFCI – AFN, 2009)

Riscos Tecnológicos

Valor Económico

Dano Potencial

Autores

- “No que em matéria de risco diz respeito, o termo dano, é considerando como a mudança para algo pior, expressando a diferença de estados, em que algo com valor expresso passa do estado normal para um estado disfuncional ou de perda” (Proske 2008).
- “O dano potencial representa uma componente indissociável da vulnerabilidade e dos elementos em risco, uma vez que pode expressar o grau de perdas resultantes de um dado fenómeno perigoso que ocorra numa dada área” (Zêzere e Garcia 2003).
- Segundo (Verde, 2008), “uma pequena edificação pode ter uma vulnerabilidade superior à de um povoamento florestal, estando por isso a edificação sujeita a um grau de perda superior, a qual será defendida em primeiro lugar. Contudo, o povoamento poderá ter um valor económico muito superior ao da pequena edificação que se optou proteger. O esforço de proteção do edificado permitiu uma perda financeira superior à que se teria se a propriedade fosse a proteção do povoamento florestal. Para reposição da performance dos elementos afetados, seria mais barato e mais rápido repor o edificado que o povoamento”.

Riscos Tecnológicos

- Prejuízo ou perda expectável num elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado do impacto de um processo (ou ação) perigoso natural, tecnológico ou misto, de determinada severidade.”

O dano potencial é o produto entre a vulnerabilidade e o valor económico do elemento em risco.

Valor Económico

×

Vulnerabilidade

=

Dano Potencial

Risco

Autores

- “Atualmente, o conceito de risco aplica-se quer às incertezas na segurança de sistemas ou produtos tecnológicos (riscos tecnológicos), quer a sistemas e catástrofes naturais (riscos naturais)” (Almeida 2002, p.3).
- Para (Almeida, 2002), um erro num desenho ou projeto de um sistema artificial ou tecnológico criado pelo Homem pode trazer riscos e resultar em danos prejudiciais, os quais podem atingir o nível de desastre ou de catástrofe.
- Riscos tecnológicos são aqueles que “resultam de acidentes, frequentemente súbitos e não planeados, decorrentes da atividade humana (e.g., cheias e inundações por rutura de barragens, acidentes no transporte de mercadorias perigosas, emergências radiológicas)” (Julião et al. 2009, p.24).
- “É a probabilidade de ocorrência de um processo (ou ação) perigoso e respetiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente, expressas em danos corporais e/ou prejuízos materiais e funcionais, diretos ou indiretos.”

Riscos Tecnológicos

- Dos conceitos acima clarificados resulta que não se pode falar de Risco sem a integração de todas as componentes. Pois sem probabilidade, suscetibilidade, vulnerabilidade e valor económico não existe risco. (Guia Técnico do PMDFCI – AFN, 2009)

Perigosidade

×

Dano Potencial

=

Risco

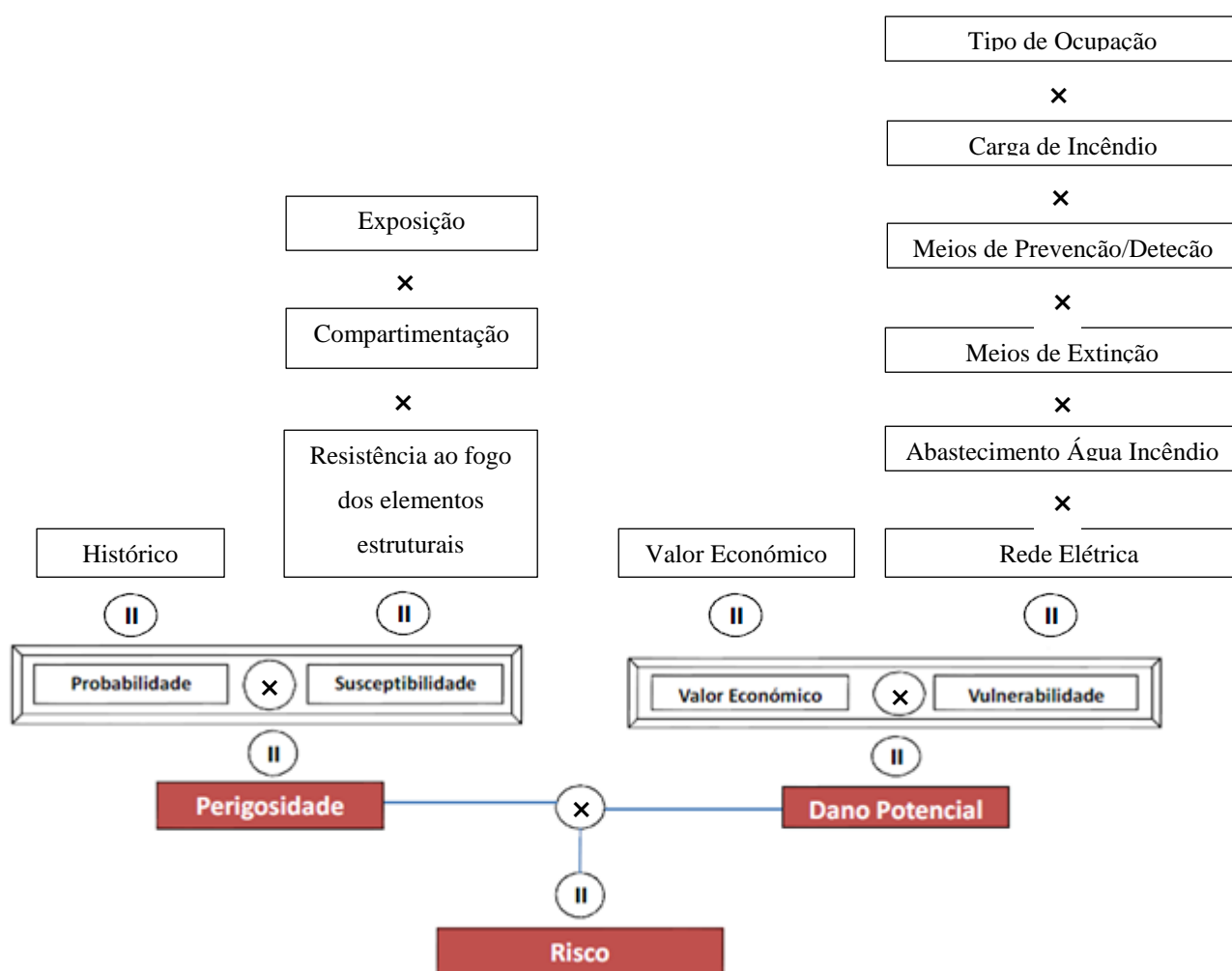


Figura 2 - Modelo de Risco de Incêndio Industrial (Parcialmente adaptado de Zêzere, 1999)

1.5 Trabalhos anteriores sobre risco de incêndios industriais em Portugal

A preocupação da segurança contra risco de incêndios em edifícios e recintos começou a ter uma grande relevância após o incêndio do Chiado no centro histórico de Lisboa, em Agosto de 1988. A dimensão e os prejuízos causados, criaram um grande impacto social, que desencadeou um conjunto de estudos e medidas preventivas a nível nacional.

Desde então vários estudos têm sido desenvolvidos utilizando o mapeamento de risco de incêndio urbano, a fim de prevenir e eliminar danos materiais e humanos que possam vir ocorrer (Tabela 1).

São referidos de seguida alguns dos trabalhos efetuados no domínio desta problemática, e que servem de referência a esta investigação. Destaca-se que os seguintes estudos referem-se todos a avaliação de risco de incêndio em edifícios, nomeadamente em edifícios localizados em centros históricos antigos, utilizando vários métodos de análise (Gretener, Frame, Frim, Arica), no entanto alguns estudos fazem uma comparação entre alguns dos métodos de análise de risco de incêndio.

De salientar que não foi possível encontrar nenhum estudo de análise de risco de incêndio, aplicado a indústrias ou áreas industriais.

Métodos	Trabalhos	Áreas de estudo	Principais Resultados	Cartografia em SIG
GRETENER	(Mealha, 2009)	Centro Histórico Angra de Heroísmo	Da Análise de Resultados é possível concluir que as medidas necessárias a obtenção de um risco de incêndio aceitável com os Métodos aplicado, serão precisamente os necessários para compensar as medidas regulamentares que não são possíveis implementar.	Inexistente
	(Cunha, 2010)	Centro Histórico do Porto	Dada a antiguidade do edificado e o seu razoável a mau estado de conservação, os valores do risco de incêndio são bastante elevados e, como tal, a segurança dos moradores é baixa em caso de sinistro e, deste modo, as medidas de intervenção a adotar que dariam realmente resultados bastante satisfatórios seriam reabilitações profundas no quarteirão, com aplicação de novos materiais, quer estruturais quer de revestimento.	Inexistente
	(Santana, 2007)	Centro Histórico Montemor-o-Velho	Não foi possível consultar a obra	-
	(Lucena, 2014)	Centros urbanos de Coimbra e Porto Alegre	Todos os edifícios estudados na cidade de Coimbra estão com um risco de incêndio não aceitável; já para a cidade de Porto Alegre, alguns edifícios estão com risco de incêndio aceitável. No entanto, as edificações que estão com a segurança contra incêndios não aceitável na cidade de Porto Alegre necessitam de mais intervenções de proteções contra incêndio do que nas edificações do centro urbano de Coimbra.	Cartografia não SIG
FRAME	(Mealha, 2009)	Centro Histórico Angra de Heroísmo	Resultados iguais aos enumerados no método de Gretener para o mesmo estudo.	Inexistente
	(Lucena, 2014)	Centros urbanos de Coimbra e Porto Alegre	Resultados iguais aos enumerados no método de Gretener para o mesmo estudo.	Cartografia não SIG
FRIM	(Cunha, 2010)	Centro Histórico do Porto	Resultados iguais aos enumerados no método de Gretener para o mesmo estudo.	Inexistente
ARICA	(Brandão, 2012)	Avenida Sousa Cruz, Santo Tirso	Em geral, a aplicação desta metodologia mostra-nos que os edifícios analisados possuem uma baixa suscetibilidade de incêndio urbano, havendo contudo situações a ter em conta, principalmente devido as más condições das instalações elétricas e a má utilização da instalação a gás.	Existente

Tabela 1 - Trabalhos anteriores sobre risco de incêndios urbanos/industriais em Portugal

Método de GRETENER

“O Método de Gretener tem por finalidade a avaliação do risco de incêndio. Foi desenvolvido pelo suíço M. Max Gretener que, desde 1960, se tem dedicado ao estudo e desenvolvimento de um processo analítico para a quantificação do risco de incêndio das construções industriais e outras edificações de grande porte”. (Macedo, 2008, p. 5).

O método de Gretener é um dos métodos mais abordados na análise de risco de incêndio devido ao seu carácter abrangente e simplista, considera no seu cálculo diversos fatores de perigo e a determinação do valor das cargas térmicas mobiliárias e imobiliárias.

Este método parte do princípio que as regras gerais de segurança do edifício são respeitadas, no que concerne às suas características geométricas e ao seu relacionamento com os edifícios envolventes, assim como a proteção e evacuação dos seus ocupantes se encontra garantida.

No que diz respeito às instalações técnicas do edifício, considera-se que estas se encontram dimensionadas, executadas, funcionando de acordo com a respetiva regulamentação legal.

Uma das vantagens deste método, é ser de aplicação quase universal, abrangendo desde grandes edifícios recebendo público, como são os centros comerciais, os locais de espetáculos, os hospitais, as escolas, os escritórios, os edifícios industriais ou mesmo os edifícios de usos múltiplos.

“O método baseia-se na determinação do risco de incêndio efetivo de um determinado espaço avaliado e a sua comparação com um risco de incêndio admissível, previamente determinado.

Se o risco de incêndio efetivo for inferior ao admissível, considera-se que o espaço avaliado apresenta condições de segurança aceitáveis”.

“Caso contrário, considera-se que o espaço não apresenta condições de segurança aceitáveis, sendo necessário formular novos conceitos de proteção e avaliá-los com a aplicação do método de Gretener”. (Macedo, 2008, p. 6).

Método FRAME

O método *Fire Risk Assessment Method for Engineering* (FRAME), é um método que foi desenvolvido a partir do método de Gretener, e de diversos outros métodos similares de avaliação de risco de incêndio (Smet, 2008). Tem por objetivo avaliar o risco de incêndio das edificações sob os aspetos patrimoniais, da segurança das pessoas e das atividades desenvolvidas nestas edificações (Smet, 2008).

Para (Smet, 2008), o FRAME utiliza cinco princípios de base:

- a) Edifício protegido é o que tem equilíbrio entre perigo e proteção = uma situação de risco aceitável tem de ser igual ou inferior a 1, um valor maior que este expressa uma situação de insegurança da edificação em relação á deflagração de incêndio;
- b) O perigo é analisado por dois fatores = risco potencial, é o caso mais desfavorável a considerar e, risco aceitável, é a extensão das possíveis consequências;
- c) A proteção é calculada através de diferentes técnicas de construção;
- d) É necessário fazer três cálculos para três situações = para o edifício e seu conteúdo (R_{EC}), para as pessoas que ocupam o edifício (R_o) e para as atividades económicas desenvolvidas no interior do edifício (R_A);
- e) O cálculo deve ser feito para cada compartimento, ou pelo menos o mais representativo de perigo.

Método FRIM

O *Fire Risk Index Method* (FRIM) é um método bastante utilizado nos países nórdicos, sendo classificado como sendo um método de fácil aplicação (Larsson, 2000).

Este método define as percentagens para indicar a relevância ou significância dos parâmetros de risco de incêndio. Compreende uma escala entre 0 a 5, na qual um índice de risco elevado para edifícios representa um nível elevado de segurança contra incêndio, enquanto um índice de baixo risco corresponde a um nível baixo de segurança.

A metodologia integra vários parâmetros de análise distribuídos por diferentes categorias possíveis que têm de ser usadas, como os materiais de resistência ao fogo; sistema de extinção de incêndios; edifícios adjacentes; compartimentação; sistema de controlo de fumos, de deteção e alarme; entre outros (Larsson, 2000).

Método ARICA

A *Análise do Risco de Incêndio em Centros Urbanos Antigos* – ARICA, é um método que tem como objetivo avaliar o risco de incêndio. A ideia nuclear do método é comparar as condições existentes nos edifícios situados nos centros urbanos antigos, com as exigências da regulamentação de segurança ao incêndio para os edifícios novos (Coelho, 2010).

A referência considerada, em matéria de exigências, é o “Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndio em Edifícios de ” (2008) que contempla praticamente todas as utilizações-tipo existentes, cobrindo de forma exhaustiva aquelas que se encontram na generalidade dos centros urbanos antigos.

Os centros históricos apresentam características muito específicas, o que faz com que as medidas previstas na legislação sejam de difícil aplicação ou não possam ser aplicadas (Coelho, 2010). Cada edifício tem características diferentes, o que faz com que sejam analisados caso a caso e seja colocada em prática a solução mais adequada a cada situação (Coelho, 2010).

Os fatores de risco dividem-se em quatro, três fatores globais de risco e um fator global de eficácia:

- Fator global de risco associado ao início do incêndio;
- Fator global de risco associado ao desenvolvimento e propagação do incêndio no edifício;
- Fator global de risco associado à evacuação do edifício;
- Fator global de eficácia associado ao combate ao incêndio.

2 Metodologia

O roteiro metodológico seguido nesta dissertação compreendeu um estudo transversal entre diferentes temáticas. O tema e objectivo propostos nesta dissertação actuaram como agentes aglutinadores de uma abordagem que pretendeu juntar conceitos associados ao risco, à proteção civil e planeamento de emergência, e ainda à análise do risco.

Globalmente, esta dissertação foi elaborada seguindo dois pilares. O primeiro correspondente à avaliação de risco de incêndio nas áreas industriais de São João da Madeira, que foi desenvolvido em seis fases. Já o segundo pilar da metodologia seguida, corresponde ao estudo da população presente afetada por um acidente envolvendo matérias perigosas, na área industrial da Devesa Velha, a qual foi realizada em quatro fases.

É importante salientar que chama-se avaliação de risco ao método de Gretener porque está assim convencionado. No entanto após o trabalho desenvolvido podemos dizer que o método de Gretener avalia essencialmente a vulnerabilidade. Pois para ser uma avaliação de risco teríamos similarmente de considerar o histórico de ocorrências, o valor económico dos danos causados por um eventual incêndio.

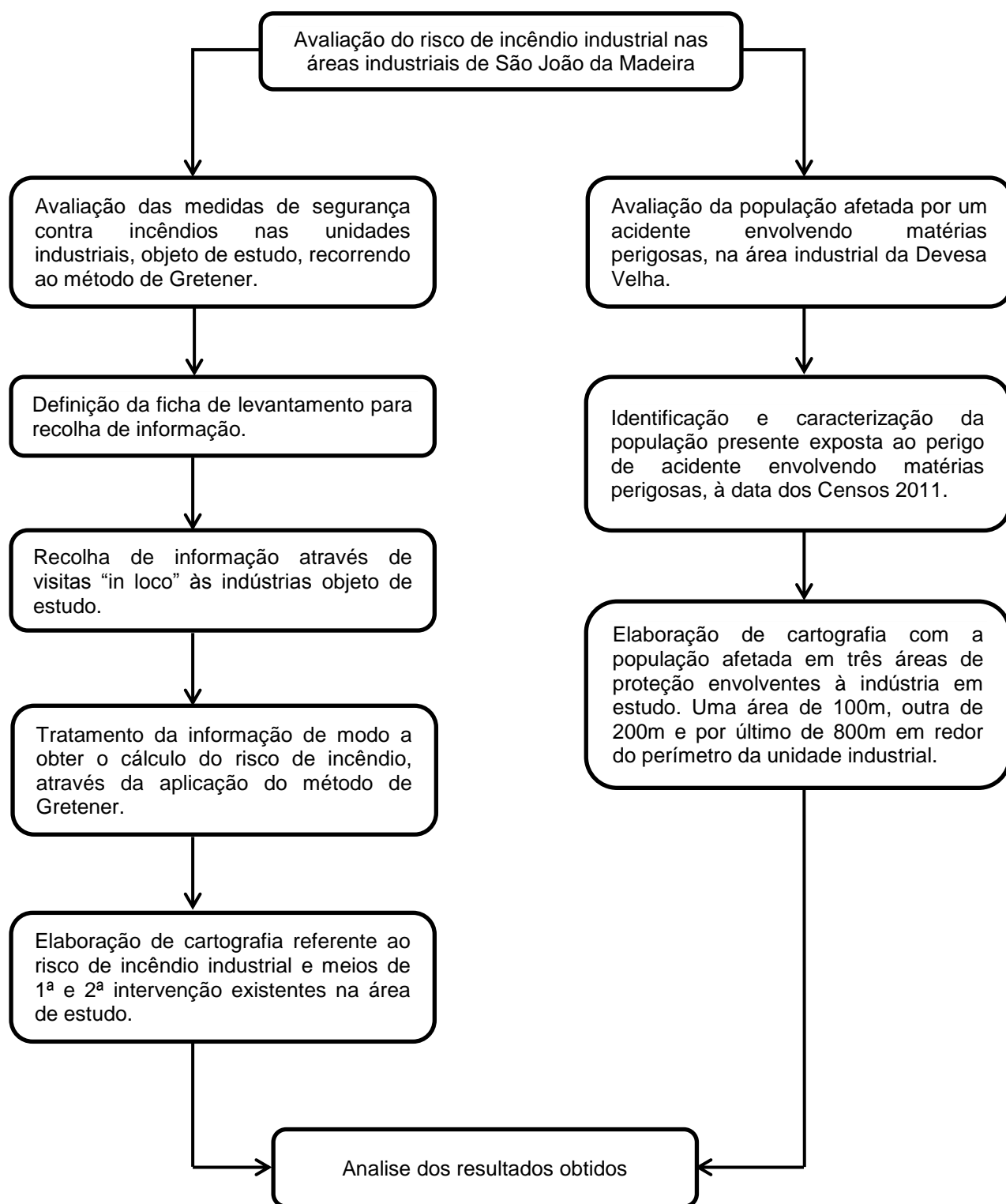


Figura 3 - Fluxograma da metodologia seguida

O método proposto para a identificação e georreferenciação dos equipamentos e sistemas, baseou-se em visitas “*in loco*” às indústrias consideradas, usando uma ficha de levantamento com os principais parâmetros de análise do método de Gretener (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

O levantamento de campo foi efetuado durante aproximadamente três meses, por uma equipa de duas pessoas, incluindo a responsável do serviço municipal de proteção civil de São João da Madeira e o autor da presente dissertação.

Durante o levantamento solicitou-se informações indústria a indústria, constatando-se que algumas apresentavam claros indícios de desocupação. Por outro lado, e uma vez que o levantamento foi realizado no horário laboral, foi possível efetuar o levantamento com as indústrias em plena produção, o que permitiu ter uma maior noção do número de funcionários presentes e da sua interação com o edificado e os riscos daí inerentes. As visitas “*in loco*” para a realização do levantamento foram marcadas antecipadamente pela responsável do serviço municipal de proteção civil, o que constituiu uma mais-valia, e levou a uma grande receptividade das indústrias a prestar as informações solicitadas e uma grande abertura para facilitar o acesso às instalações.

Os resultados do trabalho obtiveram-se introduzindo os dados obtidos para cada uma das indústrias, na folha de cálculo acima referida (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Perante a multiplicidade de riscos com que a sociedade tem de lidar é de importância vital o desenvolvimento de uma cultura de risco onde devem imperar os conceitos da precaução, prevenção e mitigação, sendo necessário apostar na análise e na gestão do risco como peças fulcrais na redução do risco e no planeamento de emergência (Rebelo, 2003).

Segundo (Ayala-Carcedo, 2002), a análise do risco pode ser definida como um processo que pretende a identificação e análise de riscos com o objetivo de reduzi-los de uma forma racional, estando sempre presente a vertente preventiva. Outro aspeto a reter é o facto de o processo de análise dos riscos ser um processo pluridisciplinar onde se encontram e se cruzam diversas fontes de saber, incorporando elementos das Ciências Sociais e Humanas (Sociologia, Economia), Ciências Naturais (Geografia, Geologia, Meteorologia, Biologia), Ciência Matemáticas (Estatística) e vários ramos da Arquitetura e da Engenharia.

Método de Gretener		Parâmetros		
Edifício:				
Parte do Edifício:	Compartimento Corta-Fogo (UT - , # CR): Piso	Acima PR:	Abaixo PR:	
Compartimento de incêndio		l[m] =	b[m] =	
Tipo de Construção	Z / G / V	Área (A x B) [m2] =		
Notas:				
	Observações	Sim	Não	Notas
Carga de incêndio mobiliária	Densidade de carga de incêndio, Qm Total =			
Altura Útil Edifício (Até à ponte rolante)				
Actividade da Empresa				
Material armazenado (Descrição)				
Compartimentação Corta-fogo	Um só sector / Vários Sectores / existe empena			
Elementos das fachadas e coberturas	Betão, tijolo, metal / Multicamadas incombustíveis / Madeira e Matérias sintéticas.			
Elementos da estrutura resistente	Incombustível, betão, etc. / Construção em madeira protegida / Construção em madeira ligeira			
P = PERIGO POTENCIAL	Observações	Sim	Não	
Extintores Portáteis	Suficientes / insuficientes ou inexistentes			
Hidrantes/Bocas-de-incêndio	Suficientes / insuficientes ou inexistentes			
Abastecimento de água	Rede Pública / Central de bombagem e depósito / Bombas dependentes da rede eléctrica / Inexistente			
Tomadas de água exteriores	< 70 m / entre 70 a 100 m / > 100m do hidrante até ao mais próximo acesso ao edifício			
Formação de pessoal	Disponível e treinado / Inexistente			
N = MEDIDAS NORMAIS	Observações	Sim	Não	
Deteção de incêndio	Vigilante rondas (nº/horas) / SADI / Sprinklers			
Transmissão do alarme	- Posto ocupado em permanência com telefone; - Posto ocupado em permanência de noite com 2 pessoas; - Transmissão de Alarme SADI; - Transmissão de alarme a partir de central Sprinklers.			
Bombeiros	Equipa de 1ª intervenção com 10 elementos; - Bombeiros Voluntários; - Bombeiros Municipais; - Bombeiros Sapadores.			
Tempo de intervenção	15 min < 5 Km / 30 min < 5 Km / > 30 min			
Extinção automática	Sprinklers (Total ou parcial) / Extinção por gases			
Desenfumagem	Existente ou inexistentes			
S = MEDIDAS ESPECIAIS	Observações	Sim	Não	Notas
Resistência da estrutura (Vigas e Pilares)	R/E - RE/EI - REI (minutos)			
Resistência da Fachada	R/E - RE/EI - REI (minutos)			
Separação entre pisos	Compartimentação corta-fogo entre pisos ou compartimentos.			
Células corta-fogo				
Observações:				

Figura 4 - Ficha de levantamento usada durante o trabalho de campo

O método proposto para a avaliação do risco de incêndio foi o método de Gretener (Macedo, 2008). A escolha prende-se com o facto de, apesar da aplicação do método de Gretener depender grandemente da sensibilidade do inqueridor/analista, as expressões deste e os dados necessários sobre os edifícios são de colheita fácil. Acresce a isto, o fato do autor desta dissertação já trabalhar na área de segurança contra incêndios em edifícios à alguns anos, sendo detentor de curso técnico Europeu de segurança contra incêndios, curso de projetistas de planos e projetos de segurança contra incêndios em edifícios de 3ª e 4ª categoria de risco e sendo a sua formação de base em engenharia de proteção civil.

Este método exige, uma vistoria exaustiva e detalhada a cada uma das indústrias em avaliação, de modo a poder contar com todos os parâmetros necessários à sua aplicação.

No entanto, o método de Gretener não considera alguns parâmetros fundamentais no que respeita a segurança contra incêndio, nomeadamente, aspetos que são tidos como objetivos principais da legislação portuguesa em vigor (**D.L 220/2008 e Portaria 1532/2008**).

Estes parâmetros estão relacionados com a segurança das pessoas e dos bombeiros numa intervenção, especificamente, com os caminhos de evacuação, as acessibilidades e condições de manutenção do edifício.

O método proposto para a criação de mapas de suscetibilidade de apoio ao planeamento municipal de emergência foi, baseado no *software ArcMap* (SIG). Após o levantamento da informação utilizando a ficha de levantamento apresentada anteriormente, realizou-se noutra folha *excel* o cálculo do risco de incêndio para cada indústria (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), Seguidamente, esta informação foi tratada e compilada numa base de dados que permitiu determinar a suscetibilidade do risco de incêndio nas indústrias alvo de estudo e representá-lo cartograficamente através do sistema de informação geográfica (SIG).

Aproveitando a base de dados elaborou-se diversos mapas referentes aos meios de prevenção e intervenção existentes nos edifícios industriais, assim como a tempos de resposta dos bombeiros e medidas de autoproteção elaboradas.

O método proposto para a criação de mapas com a população afetada por um acidente envolvendo matérias perigosas, foi elaborado recorrendo inicialmente aos dados do INE, Censos 2011, obtendo assim o número de indivíduos presentes por subsecção estatística. **Foram posteriormente definidas três áreas de proteção envolventes à indústria em estudo de 100m, outra de 200m e por último de 800m em redor do perímetro da unidade industrial.** Estas áreas são equivalentes às distâncias definidas no plano municipal de emergência e proteção civil de São João da Madeira. Após isto, foi feito o cálculo da população presente em cada subsecção que se encontra no interior das áreas de proteção. Assim, para as subsecções estatísticas completamente contidas nas áreas de proteção, foi realizado um somatório da população presente. Para as subsecções estatísticas parcialmente contidas nas áreas de proteção, apenas uma fração da população

presente é considerada, tendo como elemento de ponderação a proporção de área da subsecção contida na área afetada.

Método de Gretener								
Parâmetros								
Edifício:								
Parte do Edifício:	1º Compartimento Corta-Fogo (UT - XII): Piso 0							
Compartimento de incêndio	Escritórios + Armazém + Produção		Comp. l [m] =	63,80	Larg. b[m] =	60,21		
Tipo de Construção	G	A x B [m2] =		3763,75	l/b [adm] = 1,06			
					Factor	Inicial	Cenário 1	
Carga de incêndio mobiliária	Densidade de carga de incêndio, Qm Total =		3905,95		q =	1,90	1,90	
Combustibilidade	0,10*Qm Total =		390,60		c =	1,40	1,40	
Perigo de fumo					r =	1,20	1,20	
Perigo de corrosão					k =	1,00	1,00	
Carga de incêndio imobiliária					i =	1,00	1,00	
Nível do piso					e =	1,00	1,00	
Amplidão da superfície					g =	1,30	1,30	
P = PERIGO POTENCIAL					P = q . c . r . k . i . e . g =		4,15	4,15
Extintores Portáteis					n1 =	1,00	1,00	
Hidrantes/Bocas-de-incêndio	Colocação de carretéis em número suficiente				n2 =	0,80	1,00	
Abastecimento de água	Instalação reservatório de água exclusivo para incendio + central de bombagem com pressão >= 7kg/cm2				n3 =	0,50	1,00	
Tomadas de água exteriores					n4 =	1,00	1,00	
Formação de pessoal					n5 =	1,00	1,00	
N = MEDIDAS NORMAIS					N = n1 . n2 . n3 . n4 . n5 =		0,40	1,00
Deteção de incêndio					s1 =	1,45	1,45	
Transmissão do alarme	Transmissão de alarme automático aos bombeiros a partir de uma CDI por linha controlada em permanência.				s2 =	1,00	1,20	
Bombeiros					s3 =	1,40	1,40	
Tempo de intervenção					s4 =	1,00	1,00	
Extinção automática					s5 =	1,00	1,00	
Desenfumagem					s6 =	1,00	1,00	
S = MEDIDAS ESPECIAIS					S = s1 . s2 . s3 . s4 . s5 . s6 =		2,03	2,44
Resistência da estrutura	F = 90				f1 =	1,30	1,30	
Resistência da Fachada	F = 60				f2 =	1,10	1,10	
Separação entre pisos					f3 =	1,15	1,15	
Células corta-fogo	AZ =	AF =	AF/AZ =		f4 =	1,00	1,00	
F = MEDIDAS DE CONSTRUÇÃO					F = f1 . f2 . f3 . f4 =		1,64	1,64
B = Factor de exposição ao perigo					B = P/(N . S . F) =		3,11	1,04
A = Perigo de activação					A =		1,20	1,20
R = RISCO DE INCÊNDIO EFECTIVO					R = B . A =		3,73	1,24
PHE - Exposição ao perigo das pessoas (Não mencionado, PHE = 1,00)	p(categoria) = 3							
	H(nível do andar) = R/c + 1º Andar							
	Nº admissível de pessoas = >1000				PHE =	1,00	1,00	
Ru = Risco limite admissível					Ru = 1,3 . PHE =	1,3	1,3	
Y = Segurança contra incêndio					y = Ru / R =		0,35	1,05
Segurança deficiente								
Segurança aceitável								

Figura 5 - Exemplo preenchido da folha de cálculo com o método de Gretener

3 Caracterização do Concelho de S. João da Madeira

3.1 Caracterização Geral

“O Município de S. João da Madeira situa-se na região Norte (NUT II) do território continental português, pertence à sub-região Entre Douro e Vouga (NUT III) e faz parte do Distrito de Aveiro e da Grande Área Metropolitana do Porto. O município é limitado a norte e oeste pelo município de Santa Maria da Feira e a este e sul pelo município de Oliveira de Azeméis, sendo um dos cinco municípios de Portugal que possui apenas uma freguesia, de nome igual, ocupando uma área de 7,94 Km². É por isso, considerado o concelho mais pequeno do país.” (Plano Municipal de Emergência S. João da Madeira, p.108).

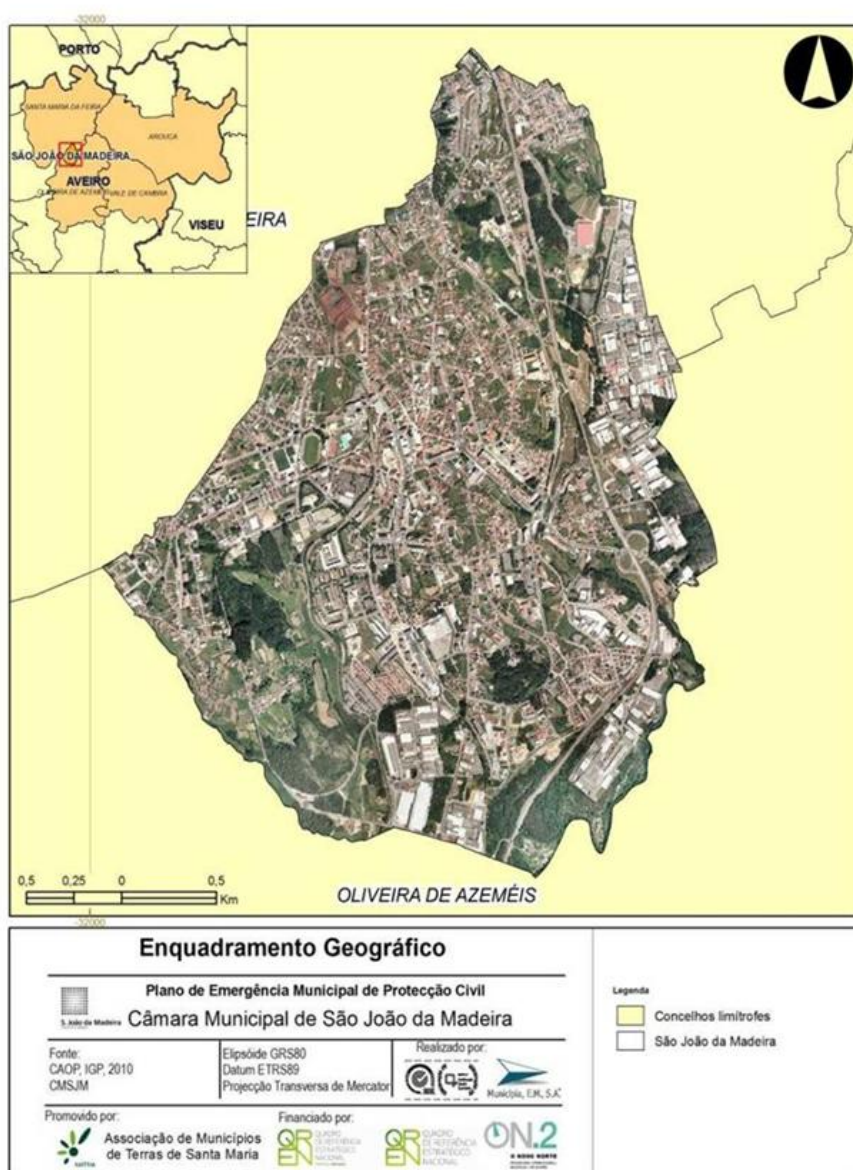


Figura 6 - Enquadramento Geográfico do Concelho de S. João da Madeira

Fonte: Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil S. João da Madeira

3.2 Caracterização Socioeconómica

“S. João da Madeira, juntamente com Oliveira de Azeméis e Santa Maria da Feira, constitui o "Eixo Urbano do Entre Douro e Vouga", que corresponde à zona mais urbana e dinâmica da NUT III – Entre Douro e Vouga (EDV), o qual configura um contínuo demográfico em que as diferentes localidades se complementam ao nível dos serviços e equipamentos. S. João da Madeira, para além de ocupar posição central no referido eixo urbano, é a maior cidade da Região Entre Douro e Vouga, vendo a sua população duplicar quando se contabilizam os residentes noutros pontos da região que diariamente rumam ao Município para exercerem a sua profissão, fazerem as suas compras ou tratarem dos mais diversos assuntos”. (Plano Municipal de Emergência S. João da Madeira, p.123).

Evolução da População

“Durante todo o Século XX, São João da Madeira apresentou um ritmo de crescimento demográfico muito superior, quer ao registado a nível da sub-região em que se insere, o Entre Douro e Vouga (adiante designado de forma abreviada por EDV), quer relativamente à média nacional, o que dá uma indicação clara do forte dinamismo empresarial que tem caracterizado o desenvolvimento do Concelho.

A magnitude deste crescimento torna-se mais evidente quando se compara a evolução demográfica de S. João da Madeira com a dos Municípios que constituem o EDV, desde 2001 até ao momento atual.” (Diagnóstico social de São João da Madeira 2011, p.7).

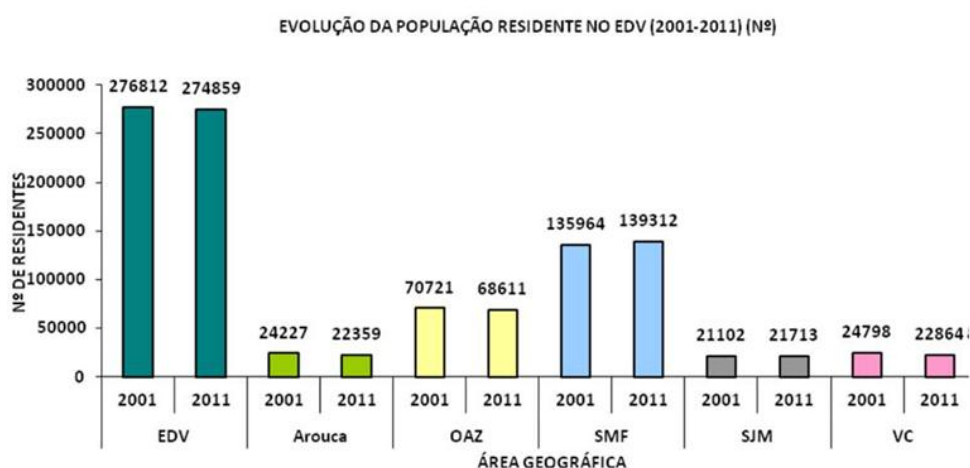


Figura 7 - Evolução da população residente no entre Douro e Vouga (2001-2011)

Fonte: Diagnóstico social de São João da Madeira 2011

“O concelho de S. João da Madeira reunia 21 102 habitantes em 2001 e 21 713 em 2011. Santa Maria da Feira acompanhou este crescimento populacional – 135 964 habitantes em 2001 e 139 312 em 2011. Os restantes concelhos do EDV evidenciaram um crescimento populacional negativo.” (Diagnóstico social de São João da Madeira 2011, p.7).

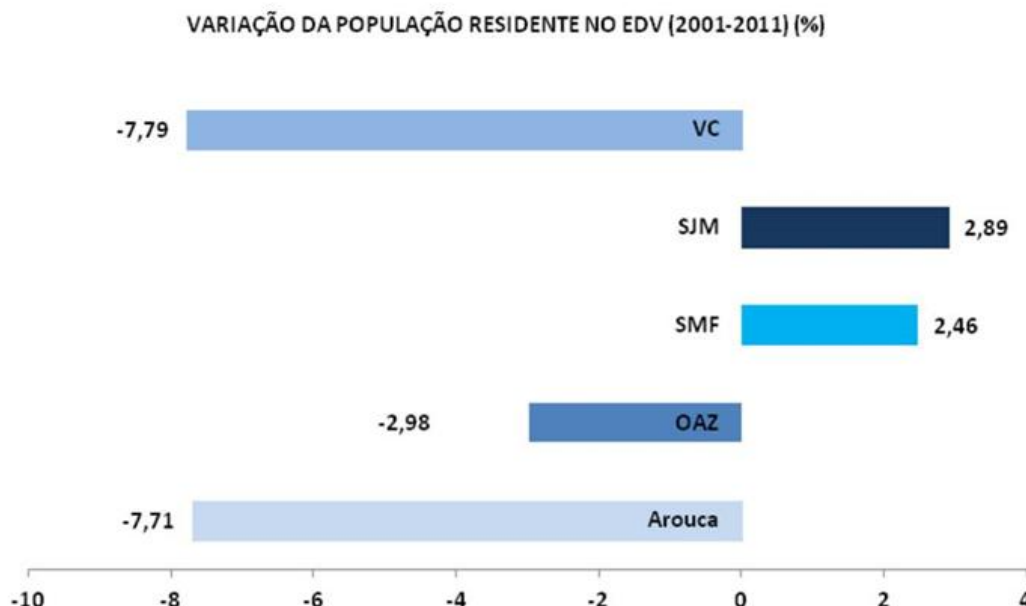


Figura 8 - Variação da População Residente no entre Douro e Vouga (2001-2011).

Fonte: Diagnóstico social de São João da Madeira 2011

“A evolução intercensitária da população residente entre 2001 e 2011 evidencia o decréscimo populacional do EDV. De facto, dos 5 concelhos que integram o Entre Douro e Vouga, apenas S. João da Madeira (2,89%) e Santa Maria da Feira (2,46%) registaram um crescimento populacional positivo. Arouca e Vale de Cambra apresentaram um decréscimo populacional na ordem dos 8% (Vale de Cambra – 7,79% e Arouca – 7,71%).” (Diagnóstico social de São João da Madeira 2011, p.8).

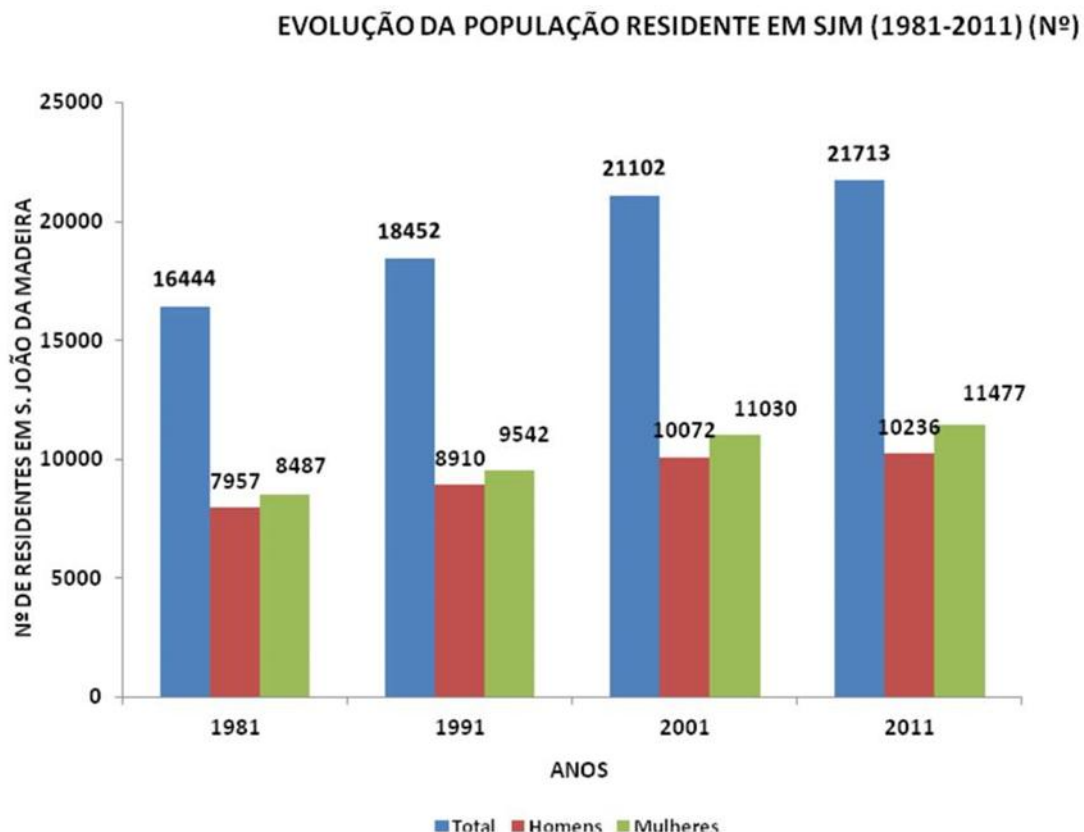


Figura 9 - Evolução da população residente em São João da Madeira (1981-2011)

Fonte: Diagnóstico social de São João da Madeira 2011

“S. João da Madeira foi um dos concelhos com maior crescimento populacional entre 1991 e 2001 devido, sobretudo, a um saldo migratório positivo, originado pela atração exercida pela forte industrialização. Em 2011 assistiu-se, igualmente, a um crescimento populacional positivo, ainda que pouco expressivo. Assistimos, portanto, a uma variação positiva face a anos anteriores.” (Diagnóstico social de São João da Madeira 2011, p.8).

Estrutura da População

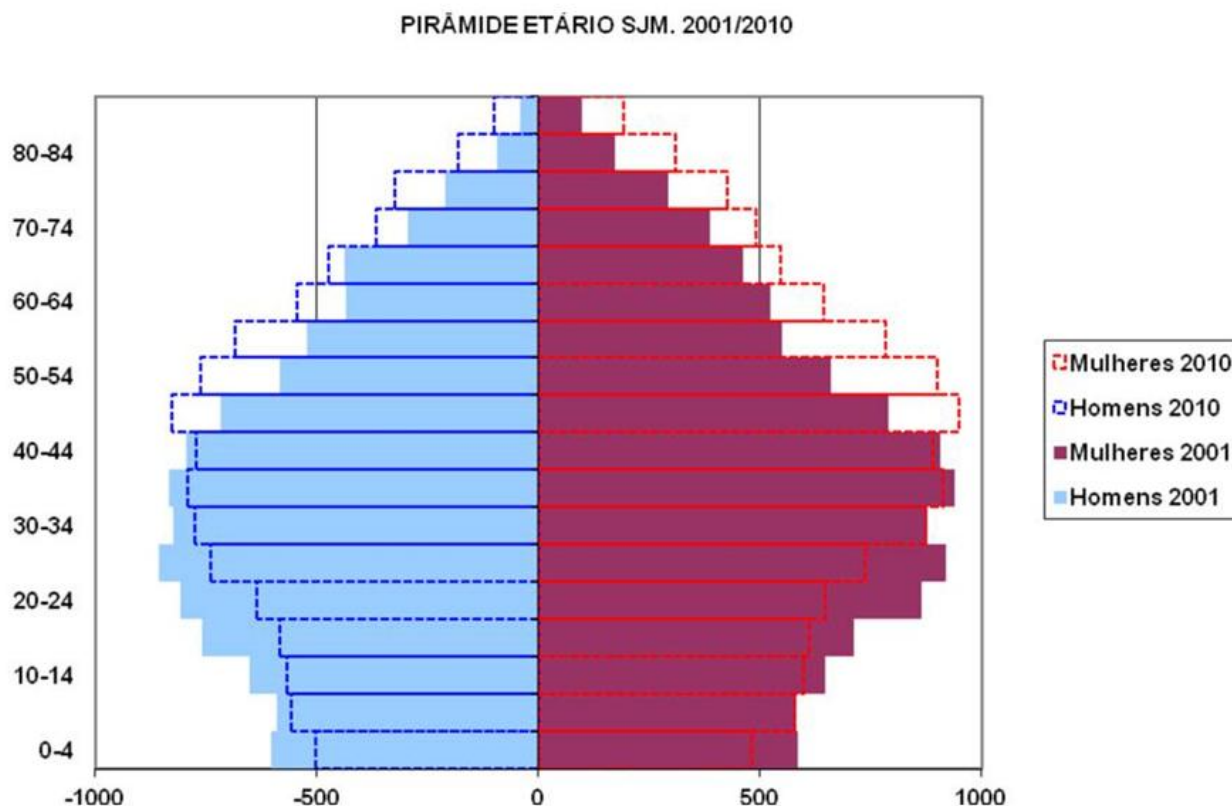


Figura 10 - Pirâmide Etária São João da Madeira (2001-2010)

Fonte: Diagnóstico social de São João da Madeira 2011

“Quando falamos em envelhecimento da população, remetemo-nos imediatamente para um conceito que pode ser perspectivado quer a nível individual pelo aumento da esperança média de vida que traduz uma maior longevidade dos indivíduos, quer ao nível do envelhecimento demográfico, que se define pelo aumento da proporção das pessoas idosas na população total. Assim, nas últimas décadas, devido aos efeitos deste fenómeno, os países europeus, incluindo Portugal, são palco de plurais processos de transformação social. Referimo-nos, entre outros, à recomposição da estrutura etária e alteração das dinâmicas demográficas. Nestas mutações demográficas evidencia-se também a emergência do designado duplo envelhecimento, consequente da redução dos valores absolutos e relativos da população mais jovem (menos de 15 anos) e o aumento significativo dos relativos à população mais idosa (65 e mais anos), derivados do índice de fecundidade e do prolongamento da vida.” (Diagnóstico social de São João da Madeira 2011,p.11).

“À semelhança do que se verifica no restante território nacional, também S. João da Madeira enfrenta um processo de envelhecimento demográfico, embora não tão acentuado como o que se verifica na generalidade do território.” (Diagnóstico social de São João da Madeira 2011, p.11).

“Como se pode verificar pela pirâmide etária acima representada, que evidencia a distribuição e a evolução da população por escalões etários, durante o período de 2001 a 2010, é evidente o duplo envelhecimento da população. É manifesto o aumento dos indivíduos nos sub-grupos etários a partir dos 45 anos de idade, a par da diminuição de indivíduos nos sub-grupos etários mais jovens (com especial relevo entre os 15 e os 24 anos de idade).” (Diagnóstico social de São João da Madeira 2011, p. 12).

Distribuição da População

“Em termos de distribuição da população no Concelho de S. João da Madeira, a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostra uma assimetria entre a cidade de S. João da Madeira em conjunto com as áreas onde a atividade económica e de serviços estão implantados e as áreas limítrofes a Sul do concelho, no que diz respeito à densidade populacional. Sendo um concelho tipicamente urbano e fortemente industrializado, atinge em perto de 20% do seu território densidades superiores a 3000 Hab./km². No ano de 2011, segundo a última estimativa disponibilizada pelo Instituto Nacional de Estatística, o valor médio de densidade populacional no concelho rondava os 2733,6 Hab./km²”. (INE, Censos 2011).

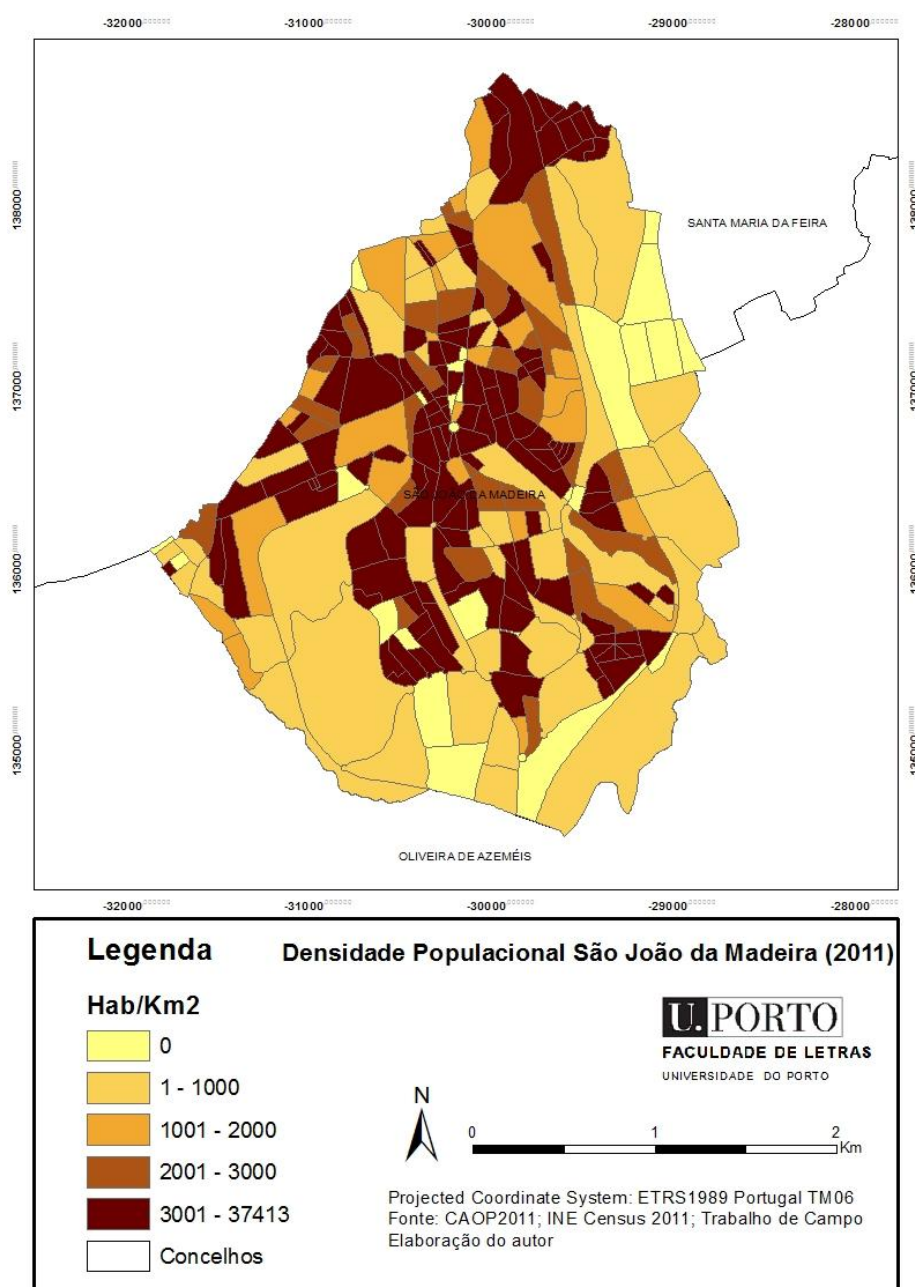


Figura 11 - Densidade Populacional do Concelho de S. João da Madeira (2011)

Edificado S. João da Madeira

“Na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** apresenta-se o número de edifícios por idade de construção. A classe de edifícios anteriores a 1960 representa edifícios construídos antes da existência de qualquer legislação sobre construção antissísmica, que data de 1958. A classe de edifícios datados de 1961 a 1985 representa os edifícios edificados desde o período da primeira legislação antissísmica até à altura de entrada em vigor do Regulamento de Segurança e Ações em Estruturas de Edifício e Ponte (Decreto-Lei 235/83). A última classe representa os edifícios construídos com a aplicação da Regulamentação em vigor até aos Censos 2001.

Em relação à totalidade do concelho de S. João da Madeira, cerca de 35.5% do edificado tem idade de construção anterior a 1960, sendo que cerca de 43,7% é de 1961 a 1985 e, por fim, cerca de 20,8% posteriores a 1985.” (Plano Municipal de Emergência S. João da Madeira, p.128).

Zona Geográfica	Anteriores a 1960		Entre 1961 e 1985		Entre 1986 e 2001		Total de Edifícios
	Número	%	Número	%	Número	%	
S. João da Madeira	1125	35,5	1382	43,7	659	20,8	3166
Entre Douro e Vouga	19629	24,6	33908	42,5	26306	32,9	79843

Tabela 2 - Idade de Construção dos edifícios (2001)

Fonte: Plano Municipal de Emergência S. João da Madeira

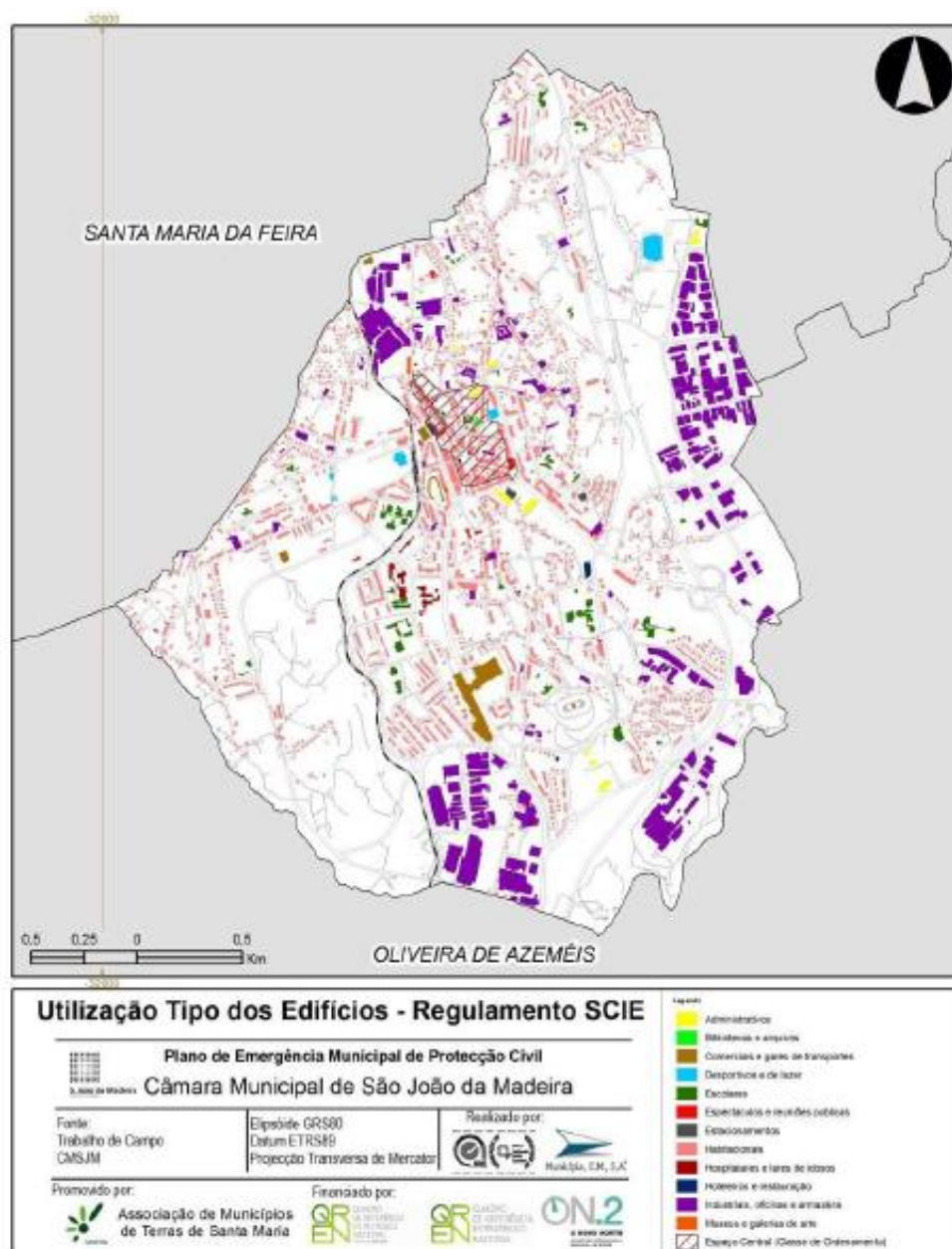


Figura 12 - Utilizações tipo do Edificado, Segundo o Regulamento de Segurança Contra Incêndios em Edifícios

Fonte: Plano Municipal de Emergência S. João da Madeira

4 Caso de estudo

4.1 Aplicação do método de Gretener, ao tecido industrial de São João da Madeira

Neste ponto ir-se-á fazer a apresentação do modo como foi elaborada a aplicação e desenvolvimento do método de Gretener às indústrias estudadas. Assim, todo o desenvolvimento está condicionado à apresentação, determinação e demonstração dos diversos fatores utilizados no método.

O edifício exemplo desta apresentação consiste num edifício industrial de uma das áreas industriais estudadas.

Após o levantamento das condições de segurança contra incêndio do edifício *in loco* serão os mesmos dados que se vão usar no desenvolvimento e aplicação do método.

Uma vez avaliado o risco, de seguida serão estudadas algumas alternativas de medidas corretivas julgadas necessárias para a mitigação do risco de incêndio cuja eficiência é, igualmente, validada pela aplicação do método de Gretener, neste caso simulando situações em que se considera que as mesmas teriam sido implementadas, com o objetivo de se obter um nível de segurança contra incêndios aceitável.

Como é sabido, o método de Gretener é um método semiquantitativo de análise do risco de incêndio que permite verificar, pela ponderação de diversos fatores, se um determinado edifício ou compartimento de incêndio tem, ou não, um nível de segurança contra incêndio aceitável (Macedo, 2008).

O método começa pela determinação do **Risco de Incêndio Efetivo** (R) a que o edifício em análise se encontra sujeito, e compara-o com o **Risco de Incêndio Aceitável** (Ru), definindo-se assim o critério de aceitabilidade.

O Risco de Incêndio Efetivo estabelece-se em função dos **Fatores de Perigo** existentes (P) e, das **Medidas de Proteção** (M). Estes dois fatores (P e M) representam o termo Consequências na equação do risco que é:

$$R = P \times C$$

Para que se possa ter um valor representativo do risco, falta pois, o termo Probabilidade. Este termo é dado pelo **Perigo de Ativação** (A). A fórmula base para o cálculo do Risco de Incêndio Efetivo é, então:

$$R = \frac{P}{M} \times A = B \times A$$

Em que **B** representa o fator de exposição ao perigo de incêndio e não é mais do que a ponderação das consequências de um eventual incêndio, atenuada das medidas mitigadoras existentes.

Na determinação do Fator de Perigo é tida em linha de conta a contribuição dos elementos inerentes ao conteúdo (carga de incêndio dos produtos existentes, combustibilidade, libertação de fumos, perigo de corrosão e toxicidade) bem como a contribuição dos elementos inerentes ao edifício propriamente dito (carga de incêndio das estruturas, altura do edifício e dimensionamento dos espaços).

As medidas de proteção são de três tipos:

- **Medidas Normais (N)** – Extintores Portáteis, Redes de Incêndio, Hidrantes, Formação do Pessoal;
- **Medidas Especiais (S)** – Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndios, Transmissão do Alerta, Intervenção dos Corpos de Bombeiros, Sistemas de Extinção Automática, Desenfumagem;
- **Medidas Construtivas (F)** – Resistência ao fogo das estruturas, Fachadas, Pavimentos, geometria e dimensionamento dos espaços.

O relacionamento dos três tipos de medidas é dado pela fórmula:

$$M = N \times S \times F$$

Se o risco efetivo, calculado com base nos parâmetros acima descritos, for superior ao risco admissível para o tipo de edifício em análise, o edifício não possui um nível de proteção adequada e terão de ser introduzidas as medidas corretivas que permitam colocar o risco real dentro de valores aceitáveis.

4.1.1 Edifício

O edifício em análise (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) é uma construção recente com dois pisos, com uma área de implantação de 6710,51 m², com elementos estruturais em alvenaria e aço, com estrutura em aço. No Piso 1, as fachadas são dotadas de superfícies vidradas.

A ligação entre os dois pisos é feita através de uma escada em pedra.

No Piso 0, o pé direito é de 12 m.

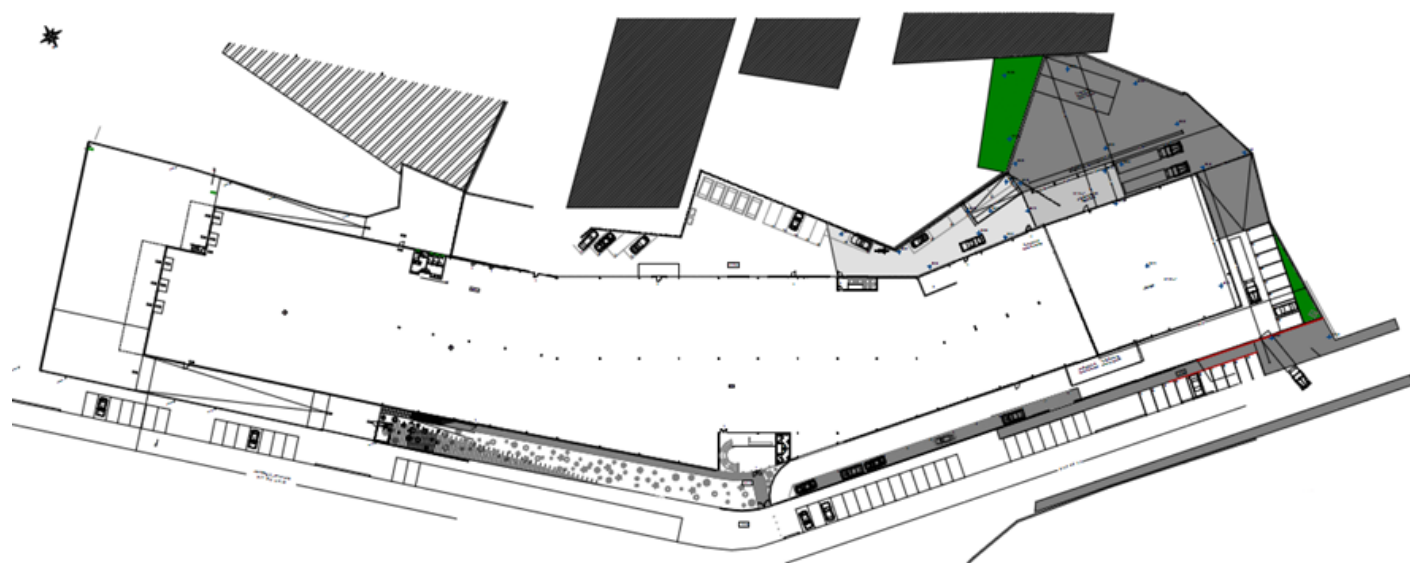


Figura 13 - Edifício em análise

Fonte: CM S. João da Madeira

Quanto aos elementos estruturais admite-se, para efeitos da presente avaliação de risco, que os mesmos oferecem uma resistência ao fogo tal que será possível considerá-los como estáveis ao fogo durante 60 minutos (EF / REI 60).

A estrutura, pavimentos e divisões interiores não oferecem qualquer resistência ao fogo pelo que se admite que um incêndio que eventualmente deflagre num ponto qualquer do edifício poder-se-á propagar a todo o edifício, inclusive entre pisos. Assim, todo o edifício é considerado como um único compartimento de incêndio.

Considera-se pois que se trata de um edifício com desenvolvimento em volume, sem separação de corta-fogo entre pisos, e será por esta razão considerado como um edifício do “**Tipo V**” (**Construção em grande volume**), para efeitos da aplicação do método de Gretener com um comprimento característico (l) de 206,57 metros e uma largura característica (b) de 35,41 metros (valores obtidos por medição em planta).

Quanto às fachadas do edifício, considera-se que elas têm uma resistência ao fogo igual ou superior a 60 minutos.

Os parâmetros referentes ao compartimento considerado, utilizados no desenvolvimento do Método de Gretnener são os que se apresentam no quadro seguinte:

Parâmetro	Valor
Tipo de construção	V
Comprimento característico (l)	206,57
Largura característica (b)	35,41
Área (m ²)	6710,51
Relação l/b	6

Tabela 3 - Parâmetros referentes ao compartimento

4.1.2 Perigo Potencial

Carga de incêndio mobiliária (q)

Para o cálculo do fator **q** – Carga de incêndio mobiliária, procedeu-se, numa primeira fase à identificação das diversas ocupações (utilizações) existentes no edifício, agrupando-se, em seguida, em termos da área ocupada, aquelas a que foi atribuída a mesma classificação. Importa aqui chamar a atenção para a diferença que existe entre a designação que os espaços têm em termos da sua utilização na organização e a classificação que lhe é atribuída, a qual corresponderá a uma das ocupações listadas no Anexo 1 do guia de aplicação do método. Por exemplo, no caso vertente, os espaços designados por área administrativa foram classificados como *escritórios técnicos*. Esta classificação depende muito do que o analista constate no terreno em termos da conceção do espaço, do tipo de uso e, sobretudo da carga de incêndio presente. Por exemplo, no nosso caso, o espaço designado por gabinete de apoio à produção poderia ter sido classificado como escritórios técnicos (opção escolhida neste exemplo) ou como escritórios comerciais. A *experiência* do analista levou-o a, após ter visitado o local e analisado o seu conteúdo, a considerar que a ocupação constante no Anexo 1 do guia que mais se aproximava daquela situação real seria um teatro.

Identificadas as diversas ocupações, construiu-se o quadro abaixo em que os valores de Qm foram obtidos a partir do Anexo 1 do guia.

Caracterização	Designação da actividade	Área	Qm (MJ)	Altura	Qi (MJ/m ²)	C	R	K	A	%
Armazém 1	Cartonagem	917	2500	12	376061700,00	1,2	1	1	0,85	13,67
Armazém 2	Cartonagem	1917	2500	12	1643060700,00	1,2	1	1	0,85	28,57
Produção	Cartonagem	2891,78	800		2313424,00	1,2	1	1	1,2	43,09
Oficina	Oficina mecânica	13,60	200		2720,00	1	1	1	1	0,20
Recepção	Escritórios técnicos	92,59	600		55554,00	1,4	1,2	1	1	1,38
Área Administrativa	Escritórios técnicos	358,03	600		214818,00	1,4	1,2	1	1,2	5,34
Gabinete apoio produção	Escritórios técnicos	232,81	600		139686,00	1,4	1,2	1	1,2	3,47
Cozinha/Refeitório	Restaurantes	90,99	300		27297,00	1,2	1	1	1	1,36
Vestibulários	Vestibulários, armários metálicos	96,35	80		7708,00	1	1	1	0,85	1,44
Total =		6710,41	Carga de Incêndio (MJ) =		2021883607,00					
			Densidade de Carga de Incêndio (MJ/m ²) =		301305,52					

Tabela 4 - folha de cálculo com os diversos valores utilizados

Adicionando os valores das diversas cargas de incêndio, determinou-se a carga de incêndio do edifício que é de, aproximadamente, 2021883607 MJ. Dividindo este valor pela área (6710,41 m²), obtém-se um valor de carga de incêndio por área de 301 305,52 MJ/m², sendo este o valor de Qm a considerar para o edifício em causa.

No cálculo da carga de incêndio não foi considerado o contributo dado pelas casas de banho nem pela escada por se considerar como irrelevante.

A carga de incêndio do edifício pode considerar-se como normal para uma instalação com este tipo de atividade. Como nota digna de realce, aponta-se o contributo que o armazém 2 dá para o aumento da referida carga de incêndio. Pese embora represente apenas cerca de 28,57% da área ocupada, o armazém 2 representa cerca de 81,26% do total da carga de incêndio.

Com o valor da densidade da carga de incêndio calculado (301 305,52 MJ/m²) determina-se a partir do quadro seguinte o valor do fator *q* – Carga de incêndio mobiliária a utilizar no cálculo do risco de incêndio que, no caso vertente, será **2,5**.

Q _m (MJ/m ²)	q	Q _m (MJ/m ²)	q
Até 50	0,6	1 201 - 1 700	1,6
51 - 75	0,7	1 701 - 2 500	1,7
76 - 100	0,8	2 501 - 3 500	1,8
101 - 150	0,9	3 501 - 5 000	1,9
151 - 200	1,0	5 001 - 7 000	2,0
201 - 300	1,1	7 001 - 10 000	2,1
301 - 400	1,2	10 001 - 14 000	2,2
401 - 600	1,3	14 001 - 20 000	2,3
601 - 800	1,4	20 001 - 28 000	3,4
801 - 1 200	1,5	> 28 000	2,5

Tabela 5 - Carga de Incêndio mobiliária Qm, fator q

Fonte: (Macedo, 2008)

Combustibilidade (c)

De acordo com o guia de aplicação do Método de Gretener, deverá ser adotado o maior valor de [c] das ocupações identificadas que contribuam com pelo menos 10% para a carga de incêndio do compartimento considerado.

Da análise da (Tabela 4) verifica-se que apenas três sectores se encontram nesta situação, o Armazém 1, Armazém 2 e a Produção, sendo o valor de combustibilidade mais elevado igual para ambos ($c = 1,2$).

Da análise dos restantes fatores verifica-se que, de uma forma geral, todos eles apresentam uma combustibilidade entre 1,0 e 1,2.

Atendendo, no entanto à representatividade destes sectores em relação a todo o edifício (10,19% da área ocupada pelos três sectores e 0,021% da carga de incêndio total) optou-se por não corrigir o valor do fator de combustibilidade.

Assim, considera-se o edifício em análise como Inflamável/Facilmente Combustível atribuindo-se ao fator **c** – Combustibilidade, o valor de **1,2**.

Perigo de Fumo (r)

De acordo com o guia de aplicação do Método de Gretener, dever-se-á utilizar o fator de perigo de fumo mais elevado de entre os materiais que contribuam com pelo menos 10% para a carga de incêndio.

Da análise do quadro acima verifica-se que apenas três sectores se encontram nesta situação, os Armazéns e a Produção, sendo o valor de perigo de fumo igual para ambos ($r = 1,0$).

A (Tabela 4) contém a folha de cálculo com os diversos valores utilizados.

Da análise dos restantes fatores verifica-se que, de uma forma geral, todos eles apresentam um perigo de fumo de 1,0.

Atendendo, no entanto, à representatividade deste sector em todo o edifício (10,9% da área ocupada pelos três sectores e 0,021% da carga de incêndio total).

Assim, considera-se o edifício em análise com um perigo de fumo normal, atribuindo-se ao fator **r** – Perigo de Fumo, o valor de **1,0**.

Perigo de Corrosão/Toxicidade (k)

De acordo com o guia de aplicação do Método de Gretener, dever-se-á utilizar o fator de perigo de corrosão/toxicidade mais elevado de entre os materiais que contribuam com pelo menos 10% para a carga de incêndio.

Da análise da (Tabela 4) verifica-se que apenas três sectores se encontram nesta situação, os Armazéns e a Produção, sendo o valor de perigo de corrosão/toxicidade igual para ambos ($k = 1,0$).

Da análise dos restantes fatores verifica-se que, de uma forma geral, todos eles apresentam um perigo de fumo de 1,0.

Assim, considera-se o edifício em análise com um perigo de fumo médio, atribuindo-se ao fator **k** – Perigo de Corrosão/Toxicidade, o valor de **1,0**.

Carga de Incêndio Imobiliária (i)

O fator Carga de Incêndio Imobiliária depende da combustibilidade da estrutura resistente e dos elementos de fachada não resistentes.

Quanto à estrutura, sendo em alvenaria e aço, é considerada como **não combustível**.

Os restantes elementos estruturais, incluindo o suporte da cobertura, são em aço e, portanto, **não combustíveis**.

Partindo destes elementos, determina-se a partir do quadro seguinte um valor para o fator **i** – Carga de Incêndio Imobiliária, de **1,0**.

ELEMENTOS DAS FACHADAS/COBERTURAS ⇒ ESTRUTURA RESISTENTE ↓	BETÃO TIJOLO METAL	COMPONENTES DE FACHADAS MULTICAMADAS COM CAMADAS EXTERIORES INCOMBUSTÍVEIS	MADEIRA MATÉRIAS SINTÉTICAS
	INCOMBUSTÍVEL	COMBUSTÍVEL/PROTEGIDA	COMBUSTÍVEL
Incombustível: betão, tijolo, aço, outros metais, etc.	1,00	1,05	1,10
Construção em madeira protegida: revestida, contraplacado, maciça	1,10	1,15	1,20
Construção madeira ligeira	1,20	1,25	1,30

Tabela 6 - Fator i
Fonte: (Macedo, 2008)

Nível do Piso (e)

Tratando-se de um edifício do tipo V, com mais do que um piso. O valor tomado para efeitos de cálculo, no que se refere ao fator nível do piso, será o correspondente ao mais elevado dos pisos considerados e obtido a partir do quadro abaixo.

Para o piso 0, o valor do coeficiente e – Nível do Piso, é de 1,0.

Para o Piso 1, atendendo a que o pé direito dos pisos é de 6 metros e se adicionarmos a este valor a espessura do pavimento teremos que a cota do piso 1 é superior a 4 metros e inferior a 7 a que corresponde um valor do fator de nível do piso de 1,3.

ANDAR	E ⁺ - COTA DO NÍVEL DO PAVIMENTO	FATOR e
Desde o 6º andar	< 19 m	1,80
Desde o 5º andar	< 16 m	1,75
Desde o 4º andar	< 13 m	1,65
Desde o 3º andar	< 10 m	1,50
Desde o 2º andar	< 7 m	1,30
Desde o 1º andar	< 4 m	1,00
R/chão		1,00

Tabela 7 - Fator e – Edifícios de vários andares

Fonte: 1 (Macedo, 2008)

Amplitude de Superfície (g)

Tratando-se de um edifício do tipo V, deve usar-se como referência o piso com maior área. Neste caso, é o piso 0.

Assim temos:

- Área do piso: 5831,97m²
- Relação comprimento largura (l/b): 206,57/35,41 = 5,83

Consultando a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, considerando uma área de 5500 m² por ser o valor que fica mais próximo da área real (5831,97m²), na coluna l/b 6:1 obtém-se um valor de **g** – Amplitude de Superfície de **1,4**.

RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO E LARGURA DO COMPARTIMENTO DE INCÊNDIO (l:b)								FATOR g
8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	
800	770	730	680	630	580	500	400	0,4
1200	1150	1090	1030	950	870	760	600	0,5
1600	1530	1450	1370	1270	1150	1010	800	0,6
2000	1900	1800	1700	1600	1450	1250	1000	0,8
2400	2300	2200	2050	1900	1750	1500	1200	1,0
4000	3800	3600	3400	3200	2900	2500	2000	1,2
6000	5700	5500	5100	4800	4300	3800	3000	1,4
8000	7700	7300	6800	6300	5800	5000	4000	1,6
10000	9600	9100	8500	7900	7200	6300	5000	1,8
12000	11500	10900	10300	9500	8700	7600	6000	2,0
14000	13400	12700	12000	11100	10100	8800	7000	2,2
16000	15300	14500	13700	12700	11500	10100	8000	2,4
18000	17200	16400	15400	14300	13000	11300	9000	2,6
20000	19100	18200	17100	15900	14400	12600	10000	2,8
22000	21000	20000	18800	17500	15900	13900	11000	3,0
24000	23000	21800	20500	19000	17300	15100	12000	3,2
26000	24900	23600	22200	20600	18700	16400	13000	3,4
28000	26800	25400	23900	22200	20200	17600	14000	3,6
32000	30600	29100	27400	25400	23100	20200	16000	3,8
36000	34400	32700	30800	28600	26000	22700	18000	4,0
40000	38300	36300	35300	31700	28800	25200	20000	4,2
44000	42100	40000	37600	34900	31700	27700	22000	4,4
52000	49800	47200	44500	41300	37500	32800	26000	4,6
60000	57400	54500	51300	47600	43300	37800	30000	4,8
68000	65000	61800	58100	54000	49000	42800	34000	5,0

Tabela 8 - Amplitude de superfície, fator g

Fonte: 2 (Macedo, 2008)

Cálculo do Perigo Potencial (P)

Determinados que foram todos os parâmetros que concorrem para o cálculo do fator de perigo potencial este pode ser determinado a partir da fórmula:

$$P = (q \times c \times r \times k) \times (i \times e \times g)$$

Feitos os cálculos, obtém-se um valor de **P** – Perigo potencial de: **5,46**.

4.1.3 Medidas Normais de Proteção

Extintores Portáteis

Verifica-se que existem extintores portáteis distribuídos pelo edifício.

Para efeitos do cálculo da adequabilidade dos extintores portáteis existentes são aprovados e homologados, estão devidamente sinalizados, acessíveis, em bom estado de funcionamento e são revistos periodicamente, por empresa registada na ANPC e respeitando os intervalos de manutenção prescritos na NP 4413-2012.

Em termos de distribuição, existem extintores de CO₂ e Pó químico distribuídos pelo edifício que cumprem os:

- 18L de agente extintor padrão por 500m²;
- Um por cada 200m² de pavimento do piso ou fração, com um mínimo de dois por piso;
- Colocados de forma, a que a distância a percorrer de qualquer saída de um local de risco para os caminhos de evacuação até ao extintor mais próximo não exceda os 15m.

Por se ter chegado à conclusão que o número de extintores é suficiente e verificado o seu correto posicionamento, com base nestes parâmetros atribuiu-se ao fator **nI** – Medidas Normais, Extintores Portáteis o valor de **1,0**.

Bocas-de-incêndio Armadas/Carreteis

O edifício está equipado com bocas-de-incêndio do tipo carretel de calibre reduzido alimentadas pela rede pública.

A RT 3 – RIA, do Instituto de Seguros de Portugal determina que as bocas-de-incêndio (armadas) devem ser posicionadas de tal forma que todas as áreas de risco sejam eficazmente protegidas e que o jacto de duas bocas-de-incêndio vizinhas se possam interpenetrar.

A mesma regra determina ainda que a distância que separa duas bocas-de-incêndio contíguas não deverá ser superior a 50 m.

Havendo varias boca-de-incêndio e distribuídas por piso, facilmente se consegue a interpenetração do jacto de duas bocas-de-incêndio em todas as áreas protegidas.

Por este facto, considera-se que o número de hidrantes interiores / postos de incêndio é suficiente, atribuindo-se ao respetivo coeficiente (***n2***) o valor de **1,0**.

Fiabilidade do Sistema de Abastecimento de Água

A RIA é alimentada diretamente pela rede pública não existindo sistema de bombagem pelo que se atribui ao respetivo coeficiente (***n3***) o valor de **0,50**.

Conduta de Alimentação

Este fator avalia a distância entre pontos de abastecimento de água exteriores (hidrantes) e o edifício a proteger. Quanto maior for esta distância, maior terá de ser o comprimento das mangueiras flexíveis que os bombeiros terão de utilizar para trazer água ao edifício protegido. Sendo o comprimento das quarteladas de mangueira de um modo geral normalizado (20 m), quanto maior for esta distância, maior será o número de quarteladas a utilizar, aumentando o número de operações para estabelecer a alimentação de água e, consequentemente, maior será o tempo necessário para o conseguir, retardando o desenrolar das operações.

Existem hidrantes na vizinhança do edifício. Por esta razão, assume-se que o hidrante mais próximo se encontra a menos de 70 metros (valor mínimo previsto no Guia do Método de Gretener) pelo que se atribui ao respetivo coeficiente (***n4***) o valor de **1,0**.

Pessoal Instruído

Das visitas efetuadas e da análise da documentação, concluiu-se que o pessoal nunca recebeu qualquer tipo de formação nem existe uma estrutura interna organizada.

Por este facto, atribui-se ao respetivo coeficiente (***n5***) o valor de **0,8**.

Cálculo das Medidas Normais

Determinados que foram todos os parâmetros que concorrem para o cálculo do fator das medidas normais de proteção, este pode ser determinado a partir da fórmula:

$$N = n_1 \times n_2 \times n_3 \times n_4 \times n_5$$

Feitos os cálculos, obtém-se um valor de *N* – Medidas normais de proteção de: **0,40**.

4.1.4 Medidas Especiais de Proteção

Esta secção introduz no cálculo bonificações em função da existência de medidas de proteção. Ao contrário das medidas normais, cuja não existência penaliza o cálculo e, por isso, tomam sempre um valor igual ou inferior a 1, as medidas especiais são bonificações, tomando sempre um valor igual ou superior a 1, com exceção do fator correspondente ao tempo de intervenção. A inexistência de uma das medidas implica, pois, que se atribua o valor 1 ao respetivo coeficiente.

Deteção de Incêndio

Existe um processo que permite detetar precocemente um eventual incêndio, através de um sistema automático de deteção de incêndio. Não existe processo de deteção precoce através de rondas periódicas.

Por este facto atribui-se ao respetivo coeficiente ($s1$) o valor de **1,45**.

Transmissão do Alerta

Não existe qualquer sistema automático de transmissão do alerta nem posto de segurança guarnecido em permanência que possa assegurar.

Por este facto atribui-se ao respetivo coeficiente ($s2$) o valor de **1,0**.

Meios de Intervenção

A intervenção é assegurada por uma corporação de Bombeiros Voluntários. Atendendo a que não existe no estabelecimento qualquer estrutura de intervenção, consultando a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** atribui-se ao respetivo coeficiente ($s3$) o valor de **1,40**.

	SOCORROS EXTERIORES	SOCORROS INTERNOS				
		ESCALÃO 1	ESCALÃO 2	ESCALÃO 3	ESCALÃO 4	AUSÊNCIA
s_3	Corporações de bombeiros com exigências inferiores às corporações de voluntários	1.40	1.50	1.60	1.70	1.30
	Corporações de bombeiros voluntários	1.50	1.60	1.70	1.80	1.40
	Corporações Municipais	1.55	1.65	1.75	1.85	1.45
	Sapadores Bombeiros	1.70	1.75	1.80	1.90	1.60

Tabela 9 - Capacidade de Intervenção Exterior

Fonte: (Macedo, 2008)

Tempo de Intervenção

De acordo com a informação recolhida junto da proteção civil, estima-se em 10 minutos o tempo de resposta dos Bombeiros Voluntários, uma vez transmitido o Alerta. Atendendo a que não existe no estabelecimento qualquer estrutura de intervenção nem qualquer sistema automático de extinção, consultando a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, atribui-se ao respetivo coeficiente (s_4) o valor de **1,0**.

CATEGORIAS DE INTERVENÇÃO							
	TEMPO/DISTÂNCIA	SPRINKLER		ESCALÃO	ESCALÃO 3	ESCALÃO 4	AUSÊNCIA
		CL.1	CL.2	1+2			
s ₄	15 min < 5 km	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30 min > 5 km	1,00	0,95	0,90	0,95	1,00	0,80
	> 30 min	0,95	0,90	0,75	0,90	0,95	0,60
Sprinklers CL.1 - Abastecimento duplo Sprinklers CL.2 - Abastecimento único ou instalação de água pulverizada							

Tabela 10 - Tempo de Intervenção Bombeiros

Fonte: (Macedo, 2008)

Instalação de Extinção

Não existe qualquer sistema automático de extinção de incêndios.

Por este facto atribui-se ao respetivo coeficiente (s_5) o valor de **1,0**.

Caso existisse teríamos de verificar de que tipo era o sistema instalado (por água, *sprinklers*, ou por gás) e determinar, através do quadro existente no guia, o valor do coeficiente a utilizar.

Uma vez obtido o coeficiente a partir do quadro, teríamos de o corrigir em função da parte proporcional da carga de incêndio protegida por este sistema.

Por exemplo, a um sistema de *sprinklers* que proteja apenas a área de armazenagem de um edifício industrial corresponderia um coeficiente de 2,0. No entanto, se, por hipótese, a carga de incêndio correspondente à armazenagem representasse 30% da carga de incêndio total, não seria o coeficiente 2,0 a utilizar mas apenas uma parte proporcional, calculada do seguinte modo:

$$s_{5\text{corr}} = 1,0 + (s_5 - 1,0) \times \frac{\text{Carga de incêndio protegida}}{\text{Carga de incêndio total}}$$

Substituindo valores, teríamos:

$$s_{5\text{corr}} = 1,0 + 1,0 \times 0,3$$

$$s_{5\text{corr}} = 1,3$$

Desenfumagem

No caso vertente, o edifício não possui qualquer sistema de desenfumagem pelo que se atribui ao respetivo coeficiente (s_6) o valor de **1,0**.

Cálculo das Medidas Especiais

Determinados que foram todos os parâmetros que concorrem para o cálculo do fator das medidas especiais de proteção, este pode ser determinado a partir da fórmula:

$$S = s_1 \times s_2 \times s_3 \times s_4 \times s_5 \times s_6$$

Feitos os cálculos, obtém-se um valor de S – Medidas especiais de proteção de: **2,03**.

4.1.5 Resistência ao fogo - Medidas Inerentes à Construção

À semelhança das medidas especiais, as medidas inerentes à construção, a existir, constituem bonificações, sendo, portanto, o valor dos respetivos coeficientes sempre igual (para a inexistência) ou superior a 1.

Estrutura Resistente

Este fator permite avaliar a resistência ao fogo das partes estruturais do edifício (paredes, vigas e pilares). Atendendo às características construtivas do edifício e utilizando como referência tabelas disponíveis que permitem caracterizar o comportamento ao fogo dos elementos de construção (por exemplo as publicadas pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC – ou constantes na Regra Técnica N.º 0 do Instituto de Seguros de Portugal) assumiu-se que o facto de a estrutura ser em alvenaria garantia, no mínimo, uma estabilidade ao fogo de 60 minutos (EF / REI 60) pelo que se atribuiu ao respetivo coeficiente (f_1) o valor de **1,2**, valor calculado a partir da tabela seguinte.

ESTRUTURA RESISTENTE (PARTES RESISTENTES: PAREDES, VIGAS PILARES)		
	CF 90 e mais	1,30
f_1	CF 30 / CF 60	1,20
	< CF 30	1,00

Tabela 11 – Resistência da Estrutura

Fonte: (Macedo, 2008)

Fachadas

As paredes exteriores do edifício são em alvenaria o que poderá assegurar uma resistência ao fogo de CF / REI 60.

As fachadas apresentam uma superfície em alvenaria e aço pelo que se considerou a resistência ao fogo como sendo CF / REI 60 pelo que se atribuiu ao respetivo coeficiente (f_2) o valor de **1,10**, valor obtido a partir da tabela seguinte.

FACHADAS (ALTURA DAS JANELAS $\leq 2/3$ DA ALTURA DO ANDAR)		
f_2	CF 90 e mais	1,15
	CF 30 / CF 60	1,10
	< CF 30	1,00

Tabela 12 - Resistência das Fachadas

Fonte: (Macedo, 2008)

Separação entre pisos

O edifício é do tipo V sendo os pavimentos em tijolo assentes em vigas de aço, em que não existe proteção das ligações verticais.

Assim, recorrendo à tabela seguinte, assumindo as ligações verticais como não protegidas para um edifício do tipo V, determina-se o valor do coeficiente f_3 como sendo **1,00**.

PAVIMENTOS ⁽⁺⁾					
(ELEMENTOS HORIZONTAIS DE SEPARAÇÃO HORIZONTAL ENTRE NÍVEIS)		N.º DE ANDARES	Z + G NENHUMA OU ISOLADAS	V PROTEGIDAS*	V NÃO PROTEGIDAS
f_3	CF 90	≤ 2	1,20	1,10	1,00
		> 2	1,30	1,15	1,00
	CF 30 / CF 60	≤ 2	1,15	1,05	1,00
		> 2	1,20	1,10	1,00
	< CF 30	≤ 2	1,05	1,00	1,00
		> 2	1,10	1,05	1,00

+ - não válido para telhados
* - Aberturas protegidas no seu contorno por uma instalação sprinkler reforçada ou por uma instalação de dilúvio

Tabela 13 - Resistência dos Pavimentos

Fonte: (Macedo, 2008)

Células Corta-fogo

Tratando-se de um edifício do tipo V o valor deste coeficiente (f_4) é fixo e tem o valor de **1,0**.

Cálculo das Medidas Inerentes à Construção

Determinados que foram todos os parâmetros que concorrem para o cálculo do fator das medidas inerentes à construção, este pode ser determinado a partir da fórmula:

$$F = f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4$$

Feitos os cálculos, obtém-se um valor de F – Medidas inerentes à construção de: **1,32**.

4.1.6 Determinação da Segurança Contra Incêndio

Fator de Exposição ao Perigo

Determinados que foram todos os parâmetros que concorrem para o cálculo do fator de exposição ao perigo, este pode ser determinado a partir da fórmula:

$$B = \frac{P}{N \times S \times F} = \frac{5,46}{0,40 \times 2,03 \times 1,32} = 5,09$$

Perigo de Ativação

O perigo de ativação é uma medida da probabilidade da ocorrência de um incêndio e é função da atividade desenvolvida em cada local.

O Anexo I do guia de aplicação do Método de Gretener fornece valores para o fator A – Perigo de Ativação para cada área/sector considerado.

O edifício em análise possui espaços diferenciados e com diversas ocupações e, sendo um edifício do tipo V, o perigo de ativação é comum para todo o edifício.

Os diferentes valores de A para as áreas consideradas são as que se apresentam na **Erro! A origem da referência não foi encontrada..**

O guia de aplicação do Método de Gretener recomenda que se use o valor de A mais elevado de entre todos os obtidos, tendo em atenção as diversas atividades desenvolvidas. Neste caso o valor de A seria de 1,2 correspondente a cartonagem produção.

Por outro lado, com exceção da cartonagem produção, o perigo de ativação de todas as outras áreas é fraco, a que correspondem valores de A de 0,85 e 1.

Sendo assim, e por se considerar como razoável atribuir a todo o edifício o coeficiente do perigo de ativação da cartonagem produção, classifica-se todo o edifício com um perigo de ativação **médio**, a que corresponde um valor de A de **1,20**.

Risco Efetivo de Incêndio

O risco efetivo de incêndio é determinado pelo produto do fator de exposição ao perigo (B) pelo perigo de ativação (A).

Assim temos:

$$R = B \times A = 5.09 \times 1.2 = 6.11$$

4.1.7 Prova de uma Segurança Suficiente Contra Incêndio

Fatores de Correção

Para construções recebendo público, como é o caso do edifício em análise, há que determinar a categoria de exposição ao perigo das pessoas.

No caso vertente, tratando-se de uma Indústria a categoria de perigo é 1.

De acordo com a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, considerando a categoria de perigo 3 e um edifício com dois pisos, verifica-se que o valor de $p_{H,E}$ é **1,0**.

CATEGORIA DE EXPOSIÇÃO AO PERIGO PARA AS PESSOAS P														
NÚMERO H ADMISSÍVEL DE PESSOAS NO COMPARTIMENTO DE INCÊNDIO CONSIDERADO	1				2				3				P _{H,E}	
	ALTURA DO COMPARTIMENTO DE INCÊNDIO CONSIDERADO				ALTURA DO COMPARTIMENTO DE INCÊNDIO CONSIDERADO				ALTURA DO COMPARTIMENTO DE INCÊNDIO CONSIDERADO					
	R/C + 1º ANDAR	2º A 4º ANDAR	5º A 7º ANDAR	8º ANDAR E +	R/C + 1º ANDAR	2º A 4º ANDAR	5º A 7º ANDAR	8º ANDAR E +	R/C + 1º ANDAR	2º A 4º ANDAR	5º A 7º ANDAR	8º ANDAR E +		
	>mil	≤ 30 ≤ 100 ≤ 300 ≤ mil >mil	≤ 30 ≤ 100 ≤ 300 ≤ mil >mil	≤ 30 ≤ 100 ≤ 300 ≤ mil >mil	>mil	≤ 30 ≤ 100 ≤ 300 ≤ mil >mil	≤ 30 ≤ 100 ≤ 300 ≤ mil >mil	≤ 30 ≤ 100 ≤ 300 ≤ mil >mil	>mil	≤ 30 ≤ 100 ≤ 300 ≤ mil >mil	≤ 30 ≤ 100 ≤ 300 ≤ mil >mil	≤ 30 ≤ 100 ≤ 300 ≤ mil >mil		
													1,00 0,95 0,90 0,85 0,80 0,75 0,70 0,65 0,60 0,55 0,50 0,45 0,45 0,40	

Tabela 14 - Exposição ao perigo das pessoas, PHE**Fonte: (Macedo, 2008)**

Risco de Incêndio Admissível

O risco de incêndio admissível é obtido pelo produto do risco de incêndio normal (1,3) pelo fator de risco.

$$R_u = 1,3 \times p_{H,E} = 1,3 \times 1,0 = 1,3$$

Segurança Contra Incêndio

O valor da segurança contra incêndio é o resultado da comparação entre o risco admissível e o risco efetivo.

$$\gamma = \frac{R_u}{R} = \frac{1,3}{6,11} = 0,21$$

O valor obtido, por ser inferior a 1, significa que o risco efetivo é superior ao risco admissível pelo que o edifício em análise **não apresenta condições bastantes de segurança contra incêndios**, sendo necessário introduzir medidas corretivas para que o quociente obtido seja igual ou superior a 1,0.

4.1.8 Medidas corretivas

Em função dos resultados obtidos pela aplicação do Método de Gretener serão estudadas as medidas corretivas julgadas necessárias para que o risco apresente valores aceitáveis.

As medidas corretivas que adiante se apresentarão, assentam, por um lado na regulamentação e códigos de boas práticas existentes e, por outro, na eficácia relativa das várias alternativas possíveis, eficácia essa igualmente avaliada pela aplicação sucessiva do já referido Método de Gretener.

Como nota adicional refira-se o facto do Método de Gretener partir do pressuposto que são estritamente observadas as regras gerais de segurança tais como o número e características das saídas de emergência, iluminação de emergência, sinalização de segurança, qualidade das instalações técnicas (eletricidade, AVAC, etc.).

Assim apontam-se, de seguida, as medidas corretivas julgadas necessárias.

As medidas a seguir apontadas foram estabelecidas com base nas seguintes prioridades:

1º Respeitar as medidas normais

2º Melhor a conceção do edifício para que:

- Daí resulte um tipo de construção mais favorável;
- O valor de F (medidas inerentes à construção) seja aumentado;
- O valor de i (carga de incêndio imobiliária) seja diminuído.

3º Prever as medidas especiais adequadas como compensação quando não seja técnica ou economicamente viável proceder a alterações na construção.

Medidas Normais

- ✓ Abastecimento de água – Instalação de um reservatório de água com uma capacidade mínima de 110 m³ para utilização exclusiva da rede de incêndios e uma central de bombagem modular com bomba elétrica dependente da rede pública que garanta uma pressão de bombagem superior a 7 kg/cm² na boca mais desfavorecida e um caudal de 110 m³/h.
- ✓ Formação de pessoal – Providenciar a formação e o treino periódico do pessoal na utilização dos meios de proteção contra incêndios existentes e a instalar, a elaboração e implementação das medidas de autoproteção e a realização de simulacros, envolvendo evacuação geral com uma periodicidade anual.

Medidas Especiais

A introdução de medidas especiais é necessária face à ineficácia das medidas normais que são insuficientes para colocar o risco de incêndio do edifício em análise em valores aceitáveis.

Neste sentido, preconiza-se:

- Transmissão automática do alerta para a corporação de bombeiros a partir da central de deteção de incêndio por linha controlada em permanência.

Esta medida é, no entanto importante, porque não há vigilância permanente da instalação por pessoal.

- Instalação de um sistema automático de extinção de incêndios por água (*sprinklers*) nas áreas de armazenagem.

O sistema de *sprinklers* protege apenas as áreas de armazenagem da indústria, correspondem-te a um coeficiente de 2,0. No entanto, a carga de incêndio correspondente às armazenagens representa 99,86% da carga de incêndio total. Cálculo da parte proporcional do sistema do seguinte modo:

$$s_{5\text{corr}} = 1,0 + (s_5 - 1,0) \times \frac{\text{Carga de incêndio protegida}}{\text{Carga de incêndio total}}$$

$$S_{5\text{cor}} = 1 + 1 \times 0,9986 = 1,998 = 2$$

Não se consideraram medidas de melhoramento do edifício, tais como medidas inerentes à construção e diminuição da carga de incêndio mobiliária por questões da exequibilidade, técnica ou económica, das medidas. Há que prever as medidas especiais adequadas como compensação quando não seja técnica ou economicamente viável proceder a alterações na construção.

A introdução das medidas acima preconizadas faz com que o índice de segurança contra incêndio, calculado pela aplicação do Método de Gretener passe para **1,28** o que equivale a dizer que o risco passaria a ser **aceitável**, de acordo com o critério estabelecido.

Comparação das Medidas Preconizadas

Como nota final, apresenta-se a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, quadro comparativo das várias medidas preconizadas.

A situação ideal seria a introdução de todas as medidas normais sugeridas mais as medidas especiais, especialmente porque, como já foi dito não há vigilância permanente da instalação por pessoal.

Método de Gretener		Parâmetros				
Edifício:						
Parte do Edifício:	1º Compartimento Corta-Fogo (UT - XII): Piso 0 + 1					
Compartimento de incêndio	Escritórios + Produção+ Armazém	Comp. I [m] =	206,57	Larg. b[m] =	35,41	
Tipo de Construção	V	A x B [m2] =	6710,41	l/b [adm] =	5,83	
				Factor	Inicial	
Carga de incêndio mobiliária	Densidade de carga de incêndio, Qm Total =	301305,52	q =	2,50	2,50	
Combustibilidade	0,10*Qm Total =	30130,55	c =	1,20	1,20	
Perigo de fumo			r =	1,00	1,00	
Perigo de corrosão			k =	1,00	1,00	
Carga de incêndio imobiliária			i =	1,00	1,00	
Nível do piso			e =	1,30	1,30	
Amplidão da superfície			g =	1,40	1,40	
P = PERIGO POTENCIAL				P = q . c . r . k . i . e . g =	5,46	
Extintores Portáteis			n1 =	1,00	1,00	
Hidrantes/Bocas-de-incêndio			n2 =	1,00	1,00	
Abastecimento de água	Instalação reservatório de água exclusivo para incendio + central de bombagem com pressão >= 7kg/cm2		n3 =	0,50	1,00	
Tomadas de água exteriores			n4 =	1,00	1,00	
Formação de pessoal	Formação do pessoal em SCI e primeiros socorros		n5 =	0,80	1,00	
N = MEDIDAS NORMAIS				N = n1 . n2 . n3 . n4 . n5 =	0,40	
Detecção de incêndio			s1 =	1,45	1,45	
Transmissão do alarme	Transmissão de alarme automático aos bombeiros a partir de uma CDI por linha controlada em permanência.		s2 =	1,00	1,20	
Bombeiros			s3 =	1,40	1,40	
Tempo de intervenção			s4 =	1,00	1,00	
Extinção automática	Instalação de sistema de extinção automático (Sprinklers)		s5 =	1,00	2,00	
Desenfumagem			s6 =	1,00	1,00	
S = MEDIDAS ESPECIAIS				S = s1 . s2 . s3 . s4 . s5 . s6 =	2,03	
Resistência da estrutura	F = 60		f1 =	1,20	1,20	
Resistência da Fachada	F = 60		f2 =	1,10	1,10	
Separação entre pisos			f3 =	1,00	1,00	
Células corta-fogo	AZ =	AF =	AF/AZ =	f4 =	1,00	
F = MEDIDAS DE CONSTRUÇÃO				F = f1 . f2 . f3 . f4 =	1,32	
B = Factor de exposição ao perigo				B = P/(N . S . F) =	5,09	
A = Perigo de activação				A =	1,20	
R = RISCO DE INCÊNDIO EFECTIVO				R = B . A =	6,11	
PHE - Exposição ao perigo das pessoas	p(categoria) = 3					
(Não mencionado, PHE = 1,00)	H(nível do andar) = R/c + 1º Andar					
	Nº admissível de pessoas = >1000			PHE =	1,00	
Ru = Risco limite admissível				Ru = 1,3 . PHE =	1,3	
Y = Segurança contra incêndio				y = Ru / R =	0,21	
Segurança deficiente						
Segurança aceitável						

Figura 14 - Quadro comparativo das várias medidas preconizadas

4.2 Caso de Estudo - Risco de Incêndio área Industrial da Devesa Velha e Travessas.

Foi aplicado o método de GRETENER adaptado à realidade Portuguesa, no caso concreto à área industrial da Devesa Velha e a um quarteirão da área industrial das Travessas na cidade de São João da Madeira.

Esta metodologia, de fácil aplicação, serve-se exclusivamente de informação passível de ser recolhida em ações de identificação, informação essa que, depois de ser tratada e compilada numa base de dados permite determinar, a suscetibilidade das indústrias face a um incêndio.

Através deste estudo avaliaram-se 24 indústrias, dispersas pelas duas áreas industriais (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Vários edifícios situados nas áreas industriais não foram avaliados. Alguns por se encontrarem encerrados, outros pelo tempo disponível para o desenvolvimento deste estudo não permitir a análise de todo o edificado industrial presente nas duas áreas industriais.

De forma a entender a morfologia do espaço das áreas industriais, mais concretamente a área industrial da Devesa Velha e o quarteirão da área industrial das Travessas, começou-se por estudar e recolher dados *in loco*, baseados numa abordagem direta ao local, na perspetiva de caracterizar funcionalmente o espaço físico construído das indústrias de modo a aplicar todos os fatores abordados na metodologia utilizada.

Caracterizando as áreas industriais na sua generalidade, verifica-se o predomínio de indústrias em médio estado de conservação, e na sua maioria sem compartimentação corta-fogo entre as mesmas, tanto a nível da alvenaria como da cobertura.

As áreas industriais são locais edificados para a concentração de indústrias e algum comércio, torna-se útil perceber a sua dinâmica funcional tendo em vista um planeamento preventivo e estratégico. E por isso, quanto à funcionalidade do património industrial construído, está dividido na área industrial da Devesa Velha por indústrias com o setor de atividade assente na produção de artigos em espumas sintéticas, na sua maioria para a indústria automóvel. De salientar que após este grande setor de atividade a área industrial divide-se em setores de atividade como a cartonagem, injeção de plásticos, componentes para calçado, fabrico de molas e materiais de segurança contra incêndio, possuindo ainda algumas áreas de serviços como sendo a reparação e manutenção de automóveis, serralharia, panificação e arranjo de eletrodomésticos.

As indústrias do quarteirão da área industrial das Travessas, tem como setor de atividade principal a produção de colas e componentes em têxteis para a indústria automóvel.

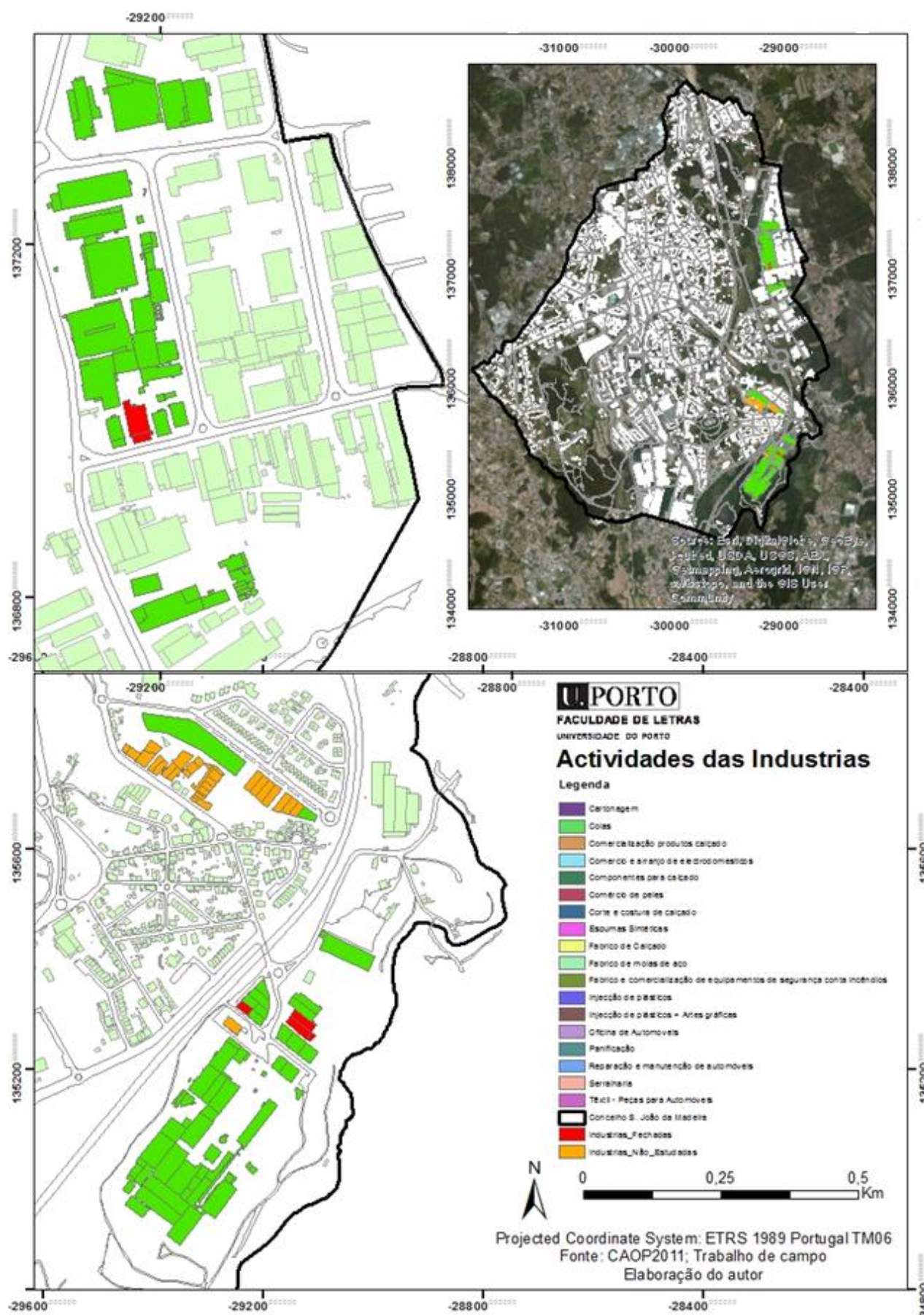


Figura 15 - Atividades Industriais

Metodologicamente, o desenvolvimento desta investigação baseou-se amplamente na aplicação do método de Gretener associado à utilização de Sistemas de Informação Geográfica para produção, recolha, armazenamento e análise de dados.

Realizou-se um intenso trabalho de campo nas áreas industriais de São João da Madeira com a colaboração do Serviço Municipal de Proteção Civil, para recolha de dados sobre as estruturas cartografadas e preenchimento dos vários campos de atributos da base de dados respeitante às características de cada um desses elementos.

Os dados referentes à metodologia foram recolhidos através do preenchimento da ficha de levantamento **(Erro! A origem da referência não foi encontrada.)**, durante as ações de identificação e visita, assim como das informações fornecidas pelas indústrias que permitiu obter a informação necessária relativa aos fatores que irão ser inseridos nas bases de dados. As bases de dados vão possuir os fatores relativos à metodologia utilizada assim como a implementação de medidas de autoproteção, a utilização-tipo e a atividade desenvolvida.

Utilizou-se como base, os edifícios vetorizados em estudo, onde constam os polígonos relativos aos mesmos, fornecidos pelo Serviço Municipal de Proteção Civil. Posteriormente, foram concebidas duas bases de dados, uma referente aos parâmetros do método de Gretener e outra relativa à população presente por subsecção no município de São João da Madeira e Oliveira de Azeméis. Associadas a esses ficheiros foram introduzidas múltiplas informações relativas a cada uma das estruturas cartografadas. Foram distinguidas estas duas bases de dados, de forma a poder representar cartograficamente e separadamente estas funções distintas.

Tornou-se também importante definir as classes de suscetibilidade, de modo a simplificar a apresentação e interpretação dos resultados obtidos, nomeadamente quando apresentados sob a forma de mapas de suscetibilidade. Assim, atribui-se num exemplo os valores mais baixos e os valores mais altos, relativos aos fatores resultantes do método, obtendo-se desta forma as diversas classes. As classes para a suscetibilidade de incêndio foram divididas em 3 classes que correspondem a 0,00 – 0,79“ como Deficiente”, 0,80 – 0,99“ como Moderada” e > 1 “como Aceitável”.

Para concluir, procedeu-se à inserção destas informações recolhidas relativas aos edifícios analisados para as respetivas bases de dados que servirá consecutivamente de *input* na aplicação do SIG, isto, de forma a ser possível a representação cartográfica dos elementos em análise. Assim, representou-se os fatores associados ao risco do incêndio como por exemplo a carga de incêndio mobiliária, os fatores associados ao desenvolvimento e propagação do incêndio, tais como a existência de extintores, existência de equipas de segurança, existência de deteção, alerta e alarme, os compartimentos corta-fogo, o tempo de intervenção dos bombeiros, a existência de depósito de água e central de bombagem para incêndio, assim como os fatores exteriores e interiores de combate ao incêndio, e por fim, a prova de segurança contra incêndio.

Para uma correta e adequada perceção da realidade e da significância dos edifícios foram precisos quase três meses consecutivos de trabalho de campo, de modo a enriquecer a base de dados dos elementos cartografados e para uma precisão e fiabilidade da cartografia produzida.

A identificação destes fatores poderia auxiliar as entidades de proteção civil para um maior cuidado em relação a estes, já que, a título de exemplo, as indústrias com segurança contra incêndios deficiente, tornar-se-ão mais problemáticos em caso de incêndio urbano/industrial. Por outro lado, estes dados permitem o conhecimento por parte do serviço municipal de Proteção Civil do tipo de material armazenado em cada indústria, permitindo assim o desempenho no teatro de operações com métodos de atuação diferentes.

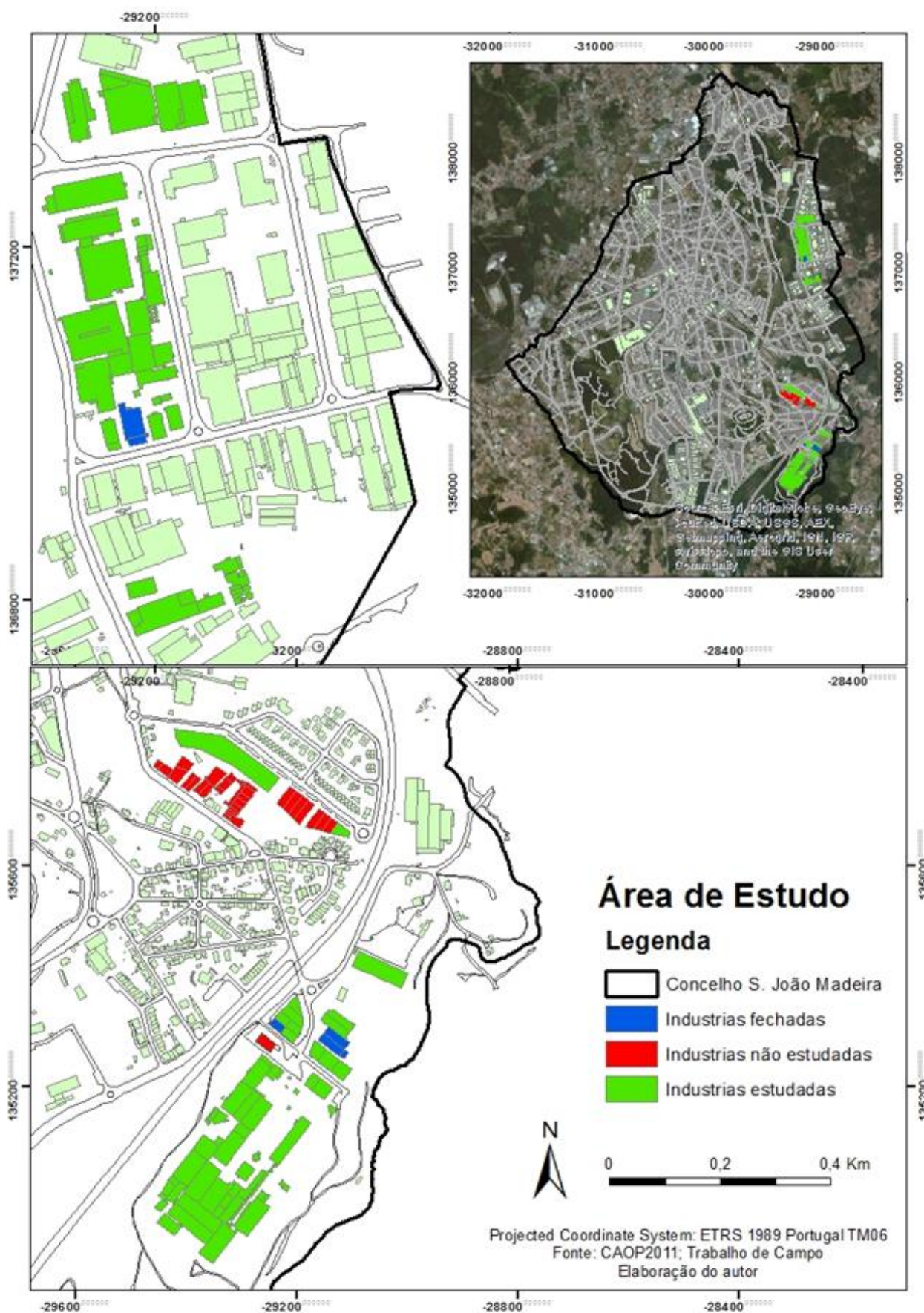


Figura 16 - Área de Estudo

Com a aplicação do método de Gretener adaptado à realidade Portuguesa e recorrendo aos SIG's, foi possível a visualização espacial do fator de risco de incêndio presentes na metodologia, o que vai possibilitar fazer uma análise dos casos mais críticos.

A segurança contra incêndio que engloba o perigo potencial, perigo de ativação, as medidas normais de segurança, medidas especiais de segurança, medidas inerentes à construção, fator de exposição ao perigo, risco de incêndio efetivo, exposição ao perigo das pessoas e o risco de incêndio admissível.

Neste sentido os mapas seguintes, apresentam visualmente o estado de cada edifício referente ao risco de incêndio calculado através do método de Gretener.

Estes mapas vão ser um instrumento de análise de risco, permitindo ao serviço Municipal de Proteção Civil e mais entidades de Socorro, terem a perceção tanto a nível de planeamento como de combate do estado do risco de cada indústria e quais os elementos de planeamento e de combate a incêndios que cada uma possui. Neste sentido é possível em sede de planeamento de emergência se tomar medidas mitigadoras destes riscos, minimizando assim a probabilidade de ocorrência do mesmo.

Segundo (Tavares, 2003), a análise do risco deve estar presente no exercício de planeamento municipal e/ou supra-municipal já que constitui uma medida não estrutural que possibilita o aumento da capacidade de previsão espacial e temporal dos processos perigosos e possibilita também uma melhor adequação e redação dos planos de proteção civil, a redução dos esforços de mitigação com a adoção de medidas corretivas estruturais e por último a minimização dos danos económicos e sociais, sendo que é cada vez mais importante a aposta em políticas locais de proteção civil, envolvendo em todo o processo a comunidade local com o objetivo de criar comunidades resilientes (Mendes e Tavares, 2009).

Segundo (Ayala-Carcedo, 2002), a análise do risco pode ser definida como um processo que pretende a identificação e análise de riscos com o objetivo de reduzi-los de uma forma racional, estando sempre presente a vertente preventiva. Outro aspeto a reter é o facto de o processo de análise dos riscos ser um processo pluridisciplinar onde se encontram e se cruzam diversas fontes de saber, incorporando elementos das Ciências Sociais e Humanas (Sociologia, Economia), Ciências Naturais (Geografia, Geologia, Meteorologia, Biologia), Ciência Matemáticas (Estatística) e vários ramos da Arquitetura e da Engenharia.

Extintores Portáteis

Um extintor é um aparelho que contém um agente extintor que pode ser projetado e dirigido sobre um incêndio pela ação de uma pressão interna. Esta pressão pode ser fornecida por uma compressão prévia permanente ou pela libertação de um gás auxiliar.

É utilizado como meio de primeira intervenção no combate a um incêndio acabado de despontar.

A utilização de um extintor pode ser feita por qualquer pessoa logo que detete um incêndio. Na realidade, a rapidez de atuação é primordial, na medida em que o extintor só é eficaz no início de um incêndio. Com efeito, a quantidade do agente extintor, assim como o tempo de utilização, são limitados. No entanto, o êxito da utilização do extintor depende dos seguintes fatores:

- Estar bem localizado, visível e em boas condições de funcionamento;
- Conter o agente extintor adequado para combater o incêndio desencadeado;
- Ser utilizado na fase inicial do combate ao incêndio;
- Conhecimento prévio pelo utilizador do seu modo de funcionamento e utilização.

Na sua grande maioria as indústrias das áreas de estudo possuem extintores portáteis de acordo com a regulamentação em vigor (DL 220/2008 e Portaria 1532/2008), ou seja possuem 18L de agente extintor padrão por 500m², um extintor por cada 200m² de pavimento do piso ou fração, com um mínimo de dois por piso e colocados de forma, a que a distância a percorrer de qualquer saída de um local de risco para os caminhos de evacuação até ao extintor mais próximo não exceda os 15m.

A exceção é uma indústria na área industrial das Travessas, que não cumpre estes critérios, com falta de meios de primeira intervenção (extintores portáteis) em algumas áreas do edifício, desta maneira não são cumpridos os requisitos legais, pelo que no cálculo a existência destes meios foi considerada como insuficiente com o valor de 0,80.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, em que concluímos a distribuição destes meios é positiva, e representa uma mais-valia numa primeira intervenção.

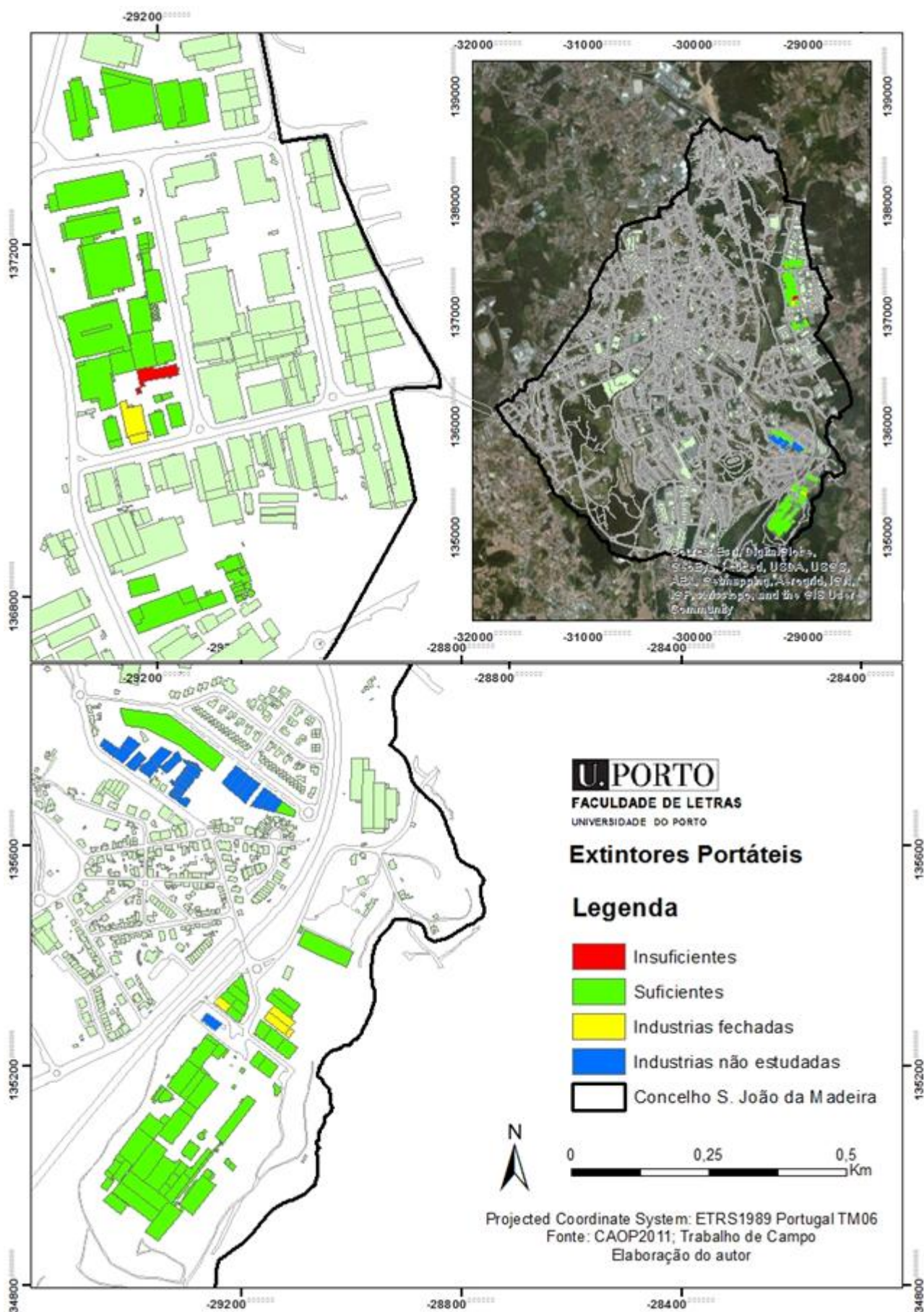


Figura 17 - Extintores Portáteis

Bocas-de-incêndio Armadas/Carretéis

As redes de incêndio são instalações fixas de proteção contra incêndios compostas por diversos equipamentos, acessórios e tubagens de diâmetros adequados às necessidades de caudal e pressão.

O objetivo da implementação das redes de incêndio é permitir o combate a incêndios cuja intensidade supere a capacidade de extinção dos extintores.

Para se poder designar por rede de incêndio armada (RIA), esta tem que ser composta no mínimo por duas bocas-de-incêndio normalizadas e armadas, canalizações e alimentação de água em pressão.

Uma boca-de-incêndio armada compreende os elementos a seguir descritos, que devem ser guardados num armário:

- Boca-de-incêndio normalizada (25, 45, ou 70mm), de preferência com volante fixo à válvula;
- Lanço de mangueira com junções (25, 45 ou 70mm);
- Agulheta;
- Chave de manobra (para 45 ou 70mm);
- Disjuntor (facultativo se a boca de incendio for de 70mm).

Os carreteis podem constituir, no todo ou em parte, uma rede de incêndios armada. A opção por estes equipamentos não pode implicar redução dos requisitos de pressão.

Na área industrial da Devesa velha verificou-se 3 indústrias sem este tipo de meio de combate a incêndios. Nas restantes indústrias desta área industrial as mesmas possuíam bocas-de-incêndio armadas/carreteis com uma distribuição adequada, cobrindo as áreas de implantação das indústrias.

No que se refere à área industrial das Travessas o panorama é distinto, existindo 3 indústrias sem este tipo de meios de combate, e uma outra sem estes equipamentos em dois setores da indústria. Evidenciou-se que 5 indústrias possuem estes equipamentos, no entanto em número insuficiente não garantido cobertura adequada. Apenas uma indústria apresenta este tipo de meios em número suficiente e com cobertura adequada.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, em que concluímos que distribuição destes meios é positiva na área industrial da Devesa Velha, e representa uma mais-valia numa primeira intervenção, e negativa na área industrial das Travessas.

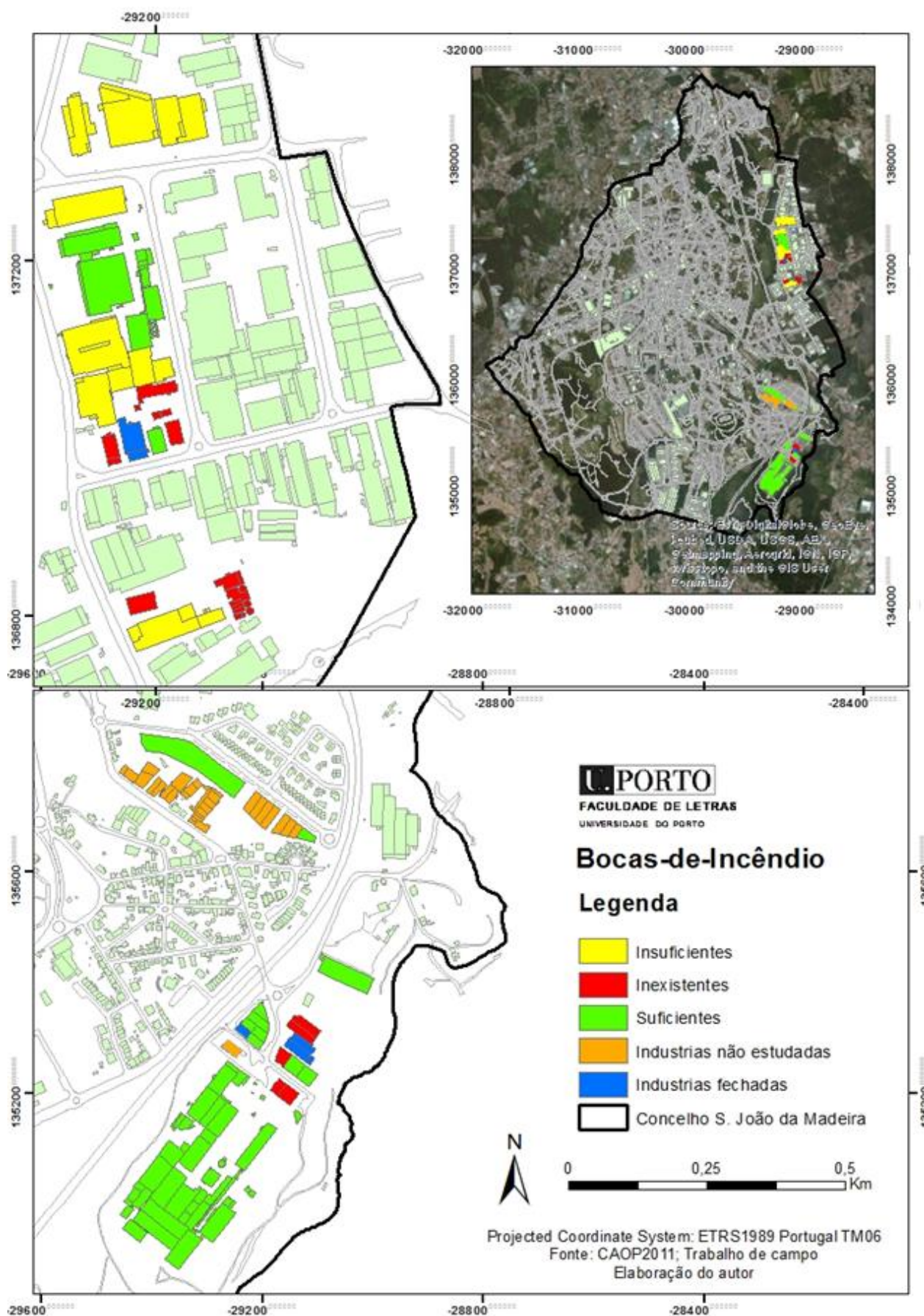


Figura 18 - Boca-de-incêndio Armadas/Carreteis

Fiabilidade do Sistema de Abastecimento de Água

O abastecimento de água para serviço de incêndio, num edifício ou instalação industrial, é muito variável, dependendo de vários fatores, com destaque para:

- Risco de incêndio a proteger, nomeadamente a carga de incêndio existente;
- O tipo de instalações hidráulicas existentes – RIA, hidrantes exteriores, sistema de sprinklers, etc;
- O número de dispositivos da instalação previsto para atuar em simultânea e respetivo caudal nominal;
- A autonomia necessária, em função da duração previsível das operações de extinção de incêndios suportadas pela instalação;
- A capacidade da rede pública de abastecimento de água no local.

O **abastecimento público** apresenta a fragilidade de estar dependente de variações de potência hidráulica (pressão \times caudal) disponibilizada no local pelos serviços públicos de abastecimento que, em casos extremos, poderá corresponder a falhas de abastecimento, tornando inoperacional a instalação hidráulica para SI.

Assim, só é admissível para cobrir situações de risco ligeiros e em locais onde os serviços públicos possam garantir a fiabilidade do abastecimento.

O **abastecimento privativo** baseia-se num depósito de reserva associado a um sistema de bombagem (grupo hidropressor), dimensionados em função das necessidades de alimentação da instalação hidráulica para SI.

Este sistema, desde que devidamente dimensionado, é o que apresenta maior fiabilidade pois a sua tolerância a falhas pode ser tão elevada quanto se pretenda. O abastecimento do depósito de reserva pode ser efetuado por três processos, distintos ou associados:

- Da rede pública, mais frequente;
- Por captação de água privativa, a adotar obrigatoriamente em locais onde não exista rede pública;
- Por veículos dos bombeiros, processo que só é admissível se for complementar a um dos anteriores, exceto no caso de colunas secas.

A capacidade da reserva de água para serviço de incêndio é variável em função do risco e das necessidades da instalação.

O **sistema de bombagem** é, em regra constituído por:

- Bomba (ou bombas) principal;
- Bomba Jokey;
- Coletor de aspiração;
- Coletor de impulsão;
- Válvulas de comando;
- Aparelhagem de monitorização e medida;
- Dispositivos de controlo.

Nas indústrias das áreas industriais estudadas verificou-se uma predominância do abastecimento de água para o serviço de incêndio a partir da rede pública. Não tendo sido possível confirmar se a mesma garantia a fiabilidade do abastecimento.

Unicamente 5 indústrias apresentam um abastecimento privativo, a partir de grupos hidropressores (centrais de bombagem), alimentadas por depósitos privativos, apresentando desta forma uma maior fiabilidade.

De salientar que muitas das indústrias estudadas que apresentam abastecimento a partir da rede pública, devido à sua dimensão e carga de incêndio, deviam estar equipadas com sistema privativo constituído por depósito e grupo hidropressor devidamente dimensionados às necessidades das mesmas.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, em que concluímos que predomina o abastecimento de água a partir da rede pública, sem dados da fiabilidade do abastecimento da mesma rede. Neste sentido, pelo elevado número de indústrias de dimensão considerável, e com um valor de carga de incêndio alto, existe uma vulnerabilidade no abastecimento de água para o serviço de incêndio.

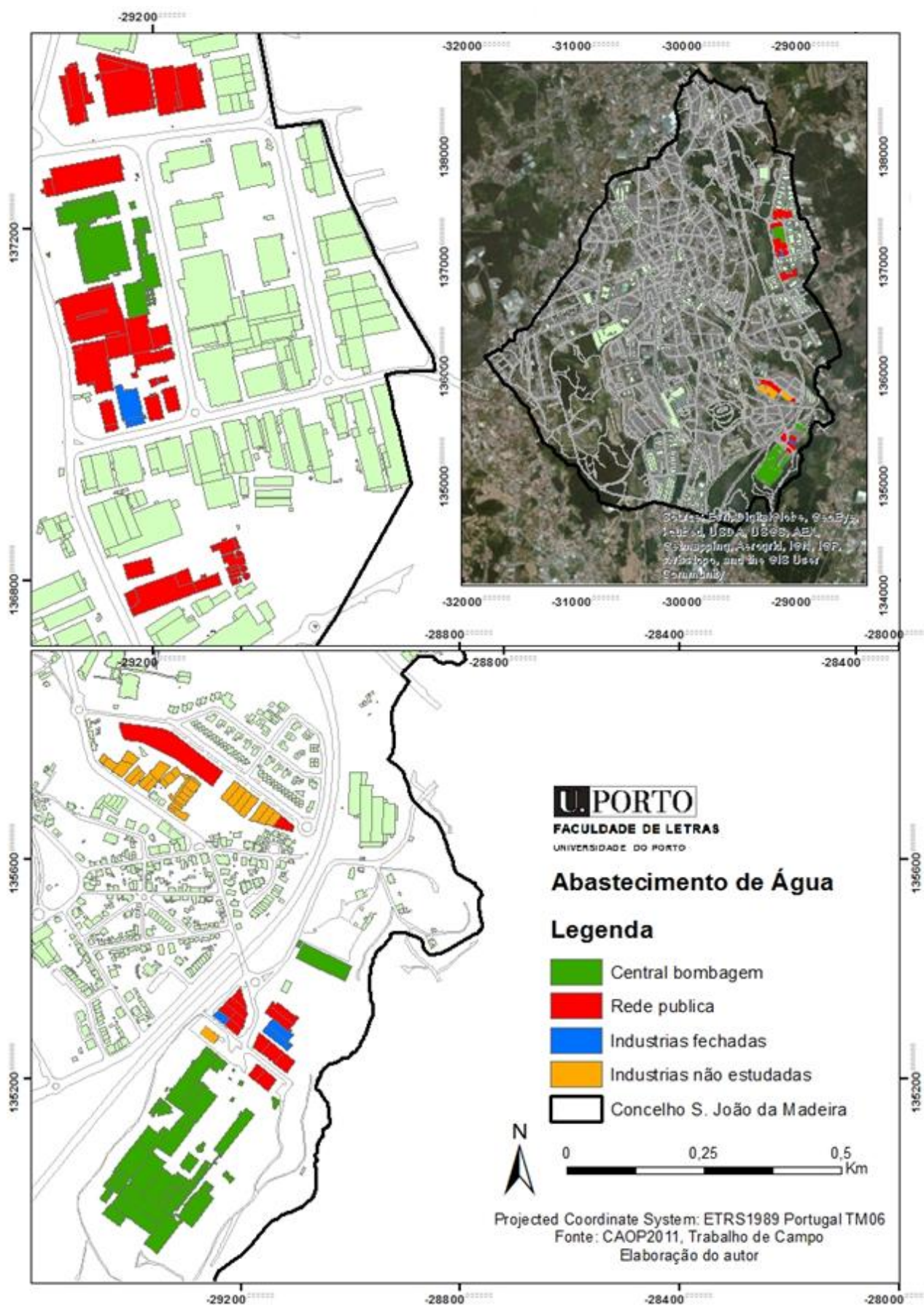


Figura 19 - Tipo de Sistema de Abastecimento de Água

A **fonte abastecedora de água** para incêndio, além de assegurarem, automaticamente e em qualquer altura, a pressão e caudal, devem ainda oferecer condições de segurança no que respeita à falha de abastecimento da rede pública.

O depósito de reserva pode ser elevado, à superfície ou enterrado. Nestes dois últimos casos, deve estar na proximidade do grupo hidropressor, a um nível ligeiramente elevado relativamente àquele, para garantir que as suas bombas estejam permanentemente em carga.

Não se admite que o depósito possa ser utilizado como reserva de água para outras utilizações. Nos casos em que tal suceda, deve atender-se ao seguinte:

- Ser sempre deixada uma reserva para serviço de incêndio com a capacidade adequada à instalação;
- Apenas ser abastecido pela rede pública, não existindo na instalação qualquer tomada para alimentação pelos bombeiros, para que a água não seja contaminada por água não potável;
- O sistema de bombagem deve ser exclusivo do SI. Admitem-se em que as bombas sejam comuns a outras utilizações, devendo nesse caso existir dois coletores de impulso (saídas) do grupo hidropressor distintos e válvulas e válvulas de comando automáticas, que em caso de incêndio, interrompam o fornecimento de água para o coletor de alimentação das utilizações distintas do SI.

A capacidade da reserva de água para serviço de incêndio é variável em função do risco e das necessidades da instalação.

Nas indústrias estudadas na área industrial da Devesa velha, foram identificadas quatro indústrias com reserva de água para serviço de incêndio com capacidades variáveis entre os 90m³ aos 700m³, e uma indústria com furo próprio que não está associado a um depósito para SI. Nesta área industrial podemos concluir que as indústrias como maior dimensão e carga de incêndio possuem reserva de água para SI, expeto uma indústria que pela sua dimensão e carga de incêndio devia possuir tal reserva e não possui.

Nas indústrias estudadas na área industrial das Travessas e paradigma é totalmente distinto, apenas uma indústria possui reserva de água para SI. Podemos concluir que este quarteirão em estudo representa uma elevada vulnerabilidade no que respeita ao abastecimento de água para SI.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, com distribuição espacial deste meio.

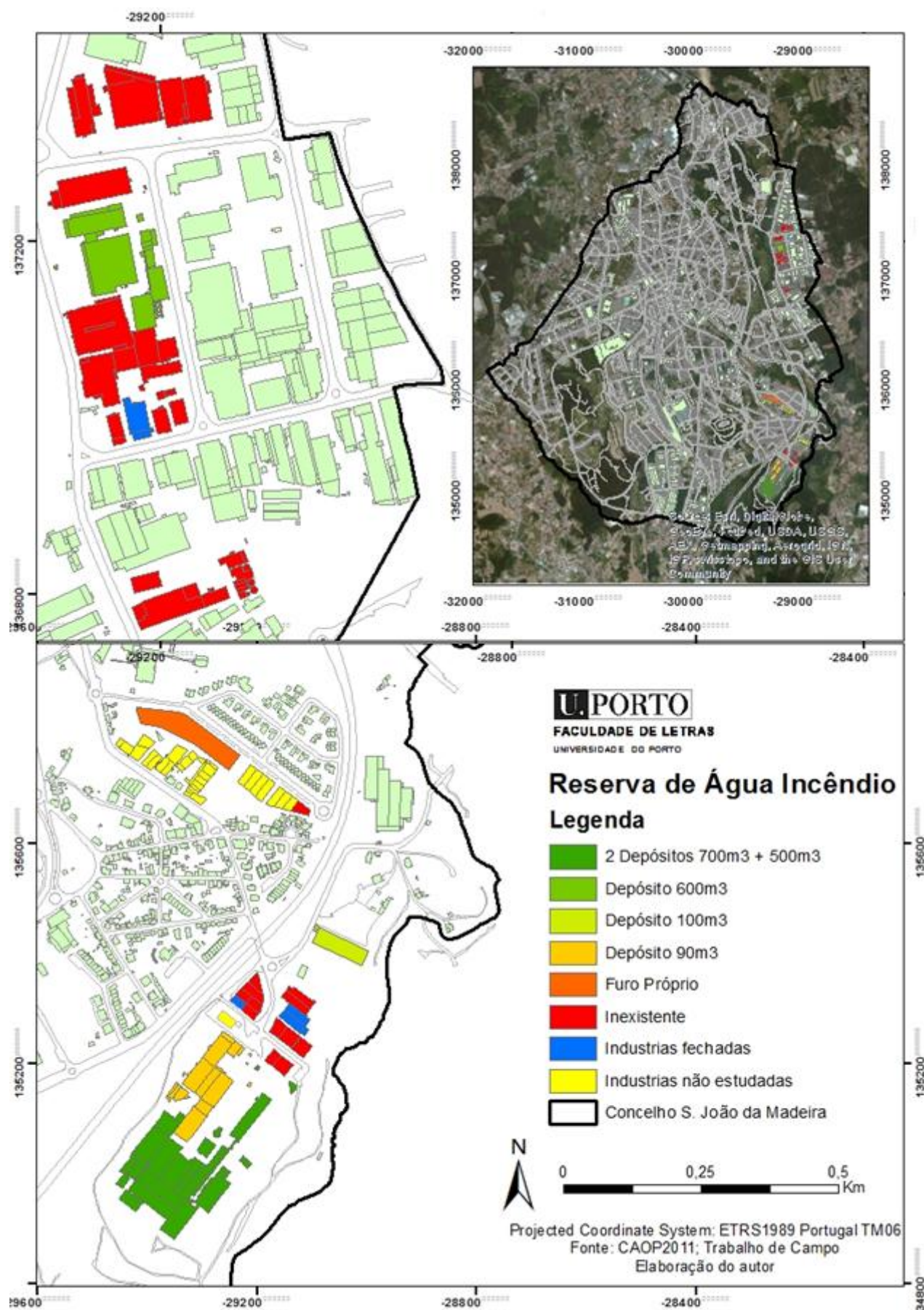


Figura 20 - Reserva de Água para Serviço de Incêndio

Comprimento da conduta de Transporte (Distância aos Hidrantes)

Os hidrantes – marcos de água e bocas-de-incêndio – são normalmente instalados junto ao lancil dos passeios que marginam as vias públicas ou em paredes e estão ligados à rede pública de abastecimento de água.

No caso dos marcos de água e bocas-de-incêndio instalados no domínio privado, a sua alimentação faz-se através da rede pública de abastecimento de água.

Os instalados na via pública têm, normalmente, um diâmetro de admissão de água de 100mm. As tomadas de água, encontram-se, uma na parte frontal com um diâmetro de 90mm e duas laterais com diâmetros, de 70 e 45mm.

Este comprimento corresponde à distância entre pontos de abastecimento de água exteriores (hidrantes) e o edifício a proteger. Quanto maior for esta distância, maior terá de ser o comprimento das mangueiras flexíveis que os bombeiros terão de utilizar para trazer água ao edifício protegido. Sendo o comprimento das quarteladas de mangueira de um modo geral normalizado (20 m), quanto maior for esta distância, maior será o número de quarteladas a utilizar, aumentando o número de operações para estabelecer a alimentação de água e, conseqüentemente, maior será o tempo necessário para o conseguir, retardando o desenrolar das operações.

Na generalidade das indústrias estudadas existem hidrantes a uma distância inferior a 70m, e na maioria dos casos a distância igual ou inferior a 30m, distância atualmente preconizada na legislação Portuguesa (DL 220/2008 e Portaria 1532/2008) para a colocação dos hidrantes exteriores.

No entanto na área industrial das Travessas existem quatro indústrias em que a distância a este meio de abastecimento de água é superior a 100m.

Durante o trabalho de campo não foi possível confirmar em toda a área de estudo o estado de fiabilidade da rede pública no abastecimento aos hidrantes, nomeadamente o correspondente à pressão e caudal.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, com indicação da distância dos mesmos.

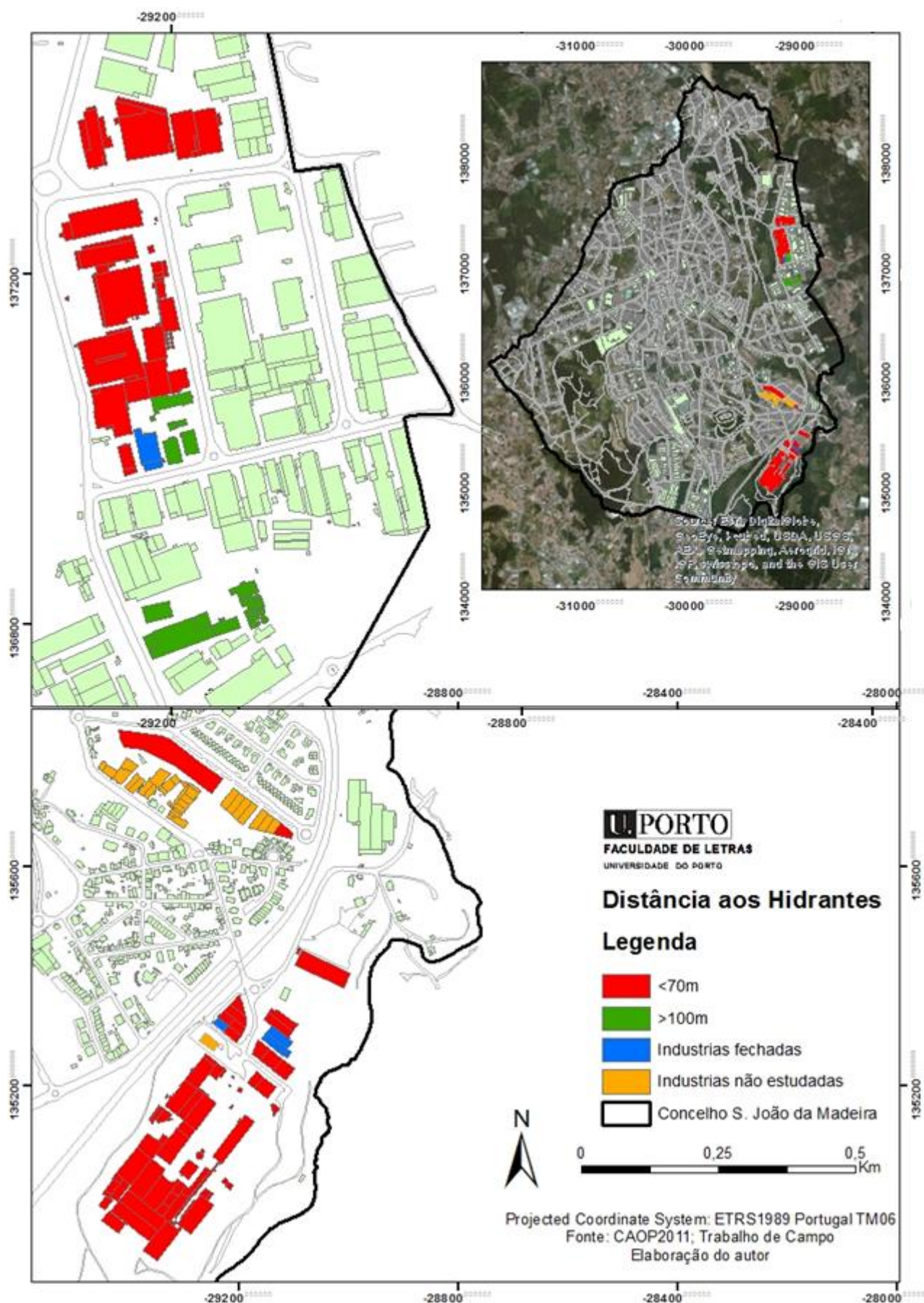


Figura 21 - Distância aos Hidrantes

Sistema Automático de Detecção de Incêndio

O melhor processo para evitar um incêndio é apostar na sua prevenção, através da criação de medidas que:

- Possam reduzir a probabilidade de ocorrência de um incêndio;
- Limitem o seu desenvolvimento;
- Facilitem o salvamento de todas as pessoas envolvidas;
- Permitam uma intervenção eficaz e segura dos meios de socorro.

Todas as medidas de prevenção e segurança deverão ter como objetivo a prevenção da vida humana, do ambiente e do património.

Dentro das muitas medidas que permitem atingir este objetivo, encontram-se os sistemas automáticos de deteção de incêndio (SADI).

Estes sistemas são de elevada importância, uma vez que os incêndios não têm hora nem local para deflagrar. Seria bom que pudéssemos prever o início de um incêndio e o seu local, mas como isto é impossível, teremos que ter a ajuda de mecanismos que possam detetar automaticamente o início de um incêndio.

O mecanismo mais eficaz para a deteção de um incêndio é o ser humano. Este é o único que pode ter a certeza que o aparecimento de fumo ou chamas significa o deflagrar de um incêndio. Mas como não é possível estarmos em todos os lugares ao mesmo tempo, teremos que recorrer a equipamentos que possam “entender”, o mais eficazmente possível, o que é um incêndio, que esteja sempre vigilante e que nos possa alertar para que seja combatido prontamente, evitando perdas e danos de monta.

Na área industrial da Devesa Velha, das indústrias estudadas temos a salientar a falta deste tipo de sistema em quatro indústrias e em dois setores de outra indústria, estes dois setores em falta apenas é necessário instalar os detetores nestas áreas e interligar os mesmos à central já existente.

A área industrial das Travessas encontra-se um pouco pior no que respeita a indústrias com sadi instalado. Esta área possui apenas duas indústrias com sadi, e uma com a instalação do sadi parcialmente, uma vez que o sistema não cobre a totalidade da indústria.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, com indicação da distribuição espacial das indústrias que possuem ou não este tipo de sistema.

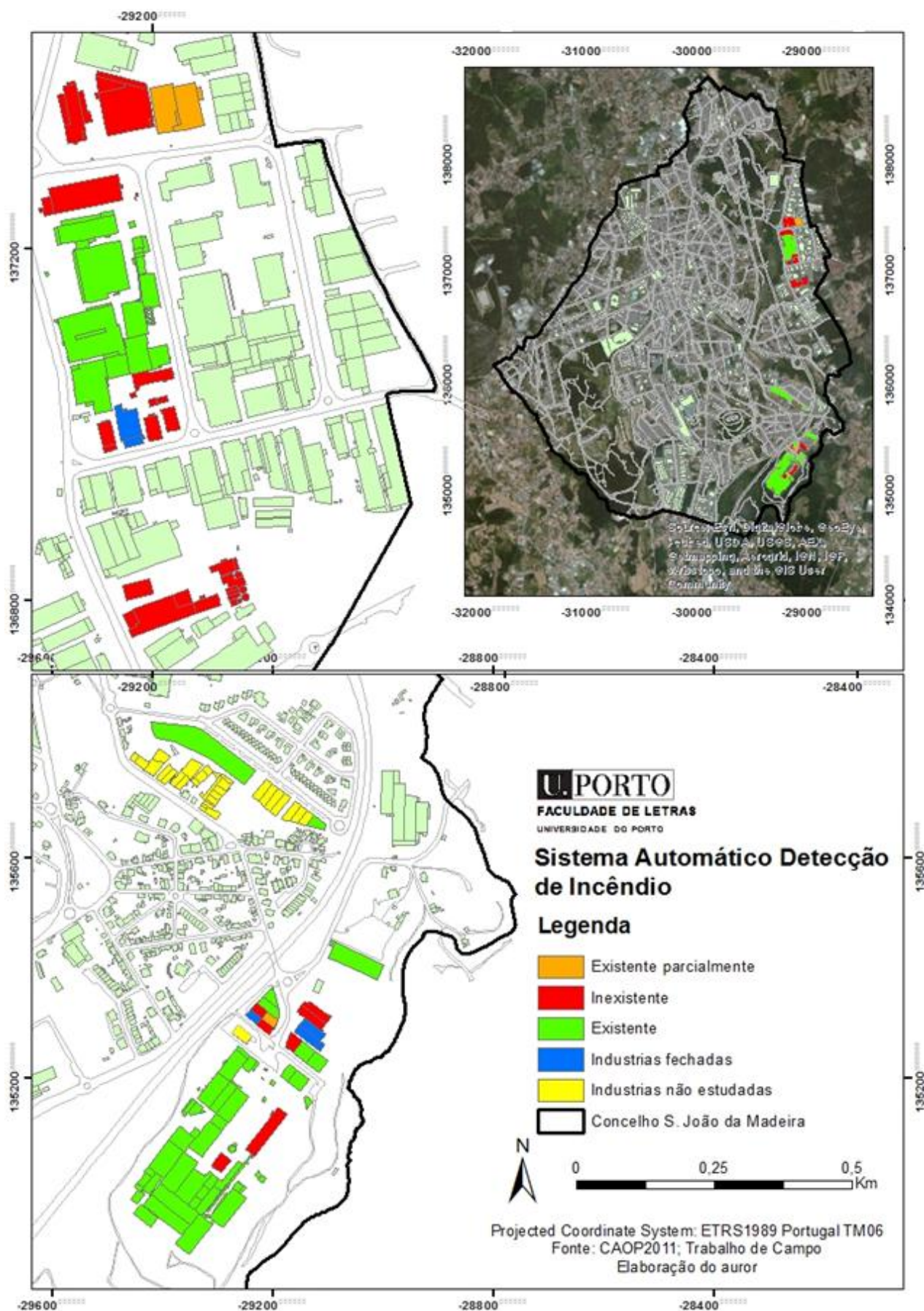


Figura 22 - Sistema Automático de Detecção de Incêndio

Transmissão do Alarme aos Bombeiros

A transmissão do alarme à distância pode ser efetuada por linha telefónica (privativa ou comutada) ou via rádio.

A mensagem transmitida poder ser uma gravação, uma comunicação oral ou um sinal digital.

A transmissão à distância permite conduzir informações da central de deteção de incêndio aos seguintes grupos:

- Equipas de intervenção públicas (bombeiros);
- Equipas de intervenção privativas da empresa (brigadas de incêndio).

De uma coisa teremos de estar conscientes, os sistemas automáticos de deteção de incêndios não apagam o incêndio, apenas são uma ajuda muito importante para evitar uma maior propagação. Para que sejam eficazes deverão obrigatoriamente ser acompanhados de outras medidas, como transmissão do alarme aos meios de socorro e processos de manutenção que garantam um bom funcionamento.

Podemos constatar durante o trabalho de campo que a indústrias que estão protegidas com sistema automático de deteção de incêndio, não possuem o mesmo com transmissão do alarme aos bombeiros.

No entanto na área industrial da Devesa Velha, encontramos três indústrias que possuem um alerta aos bombeiros a partir de um posto de segurança guardado em permanência que assegura esta função uma vez que se encontra no posto de segurança a central de deteção de incêndios e o posto está equipado com meios de comunicação para o exterior.

Na área industrial das Travessas apenas duas indústrias das que foram alvo de estudo, apresentam transmissão de alarme para os bombeiros, a partir do posto de segurança ocupado em permanência.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, com indicação da distribuição espacial das indústrias que possuem ou não transmissão de alarme aos bombeiros. Esta transmissão é fundamental num combate, uma vez que transmite a informação do incêndio ainda numa fase precoce do mesmo, permitindo que o combate seja efetuado na fase inicial do incêndio, sendo a probabilidade de eficácia no combate superior.

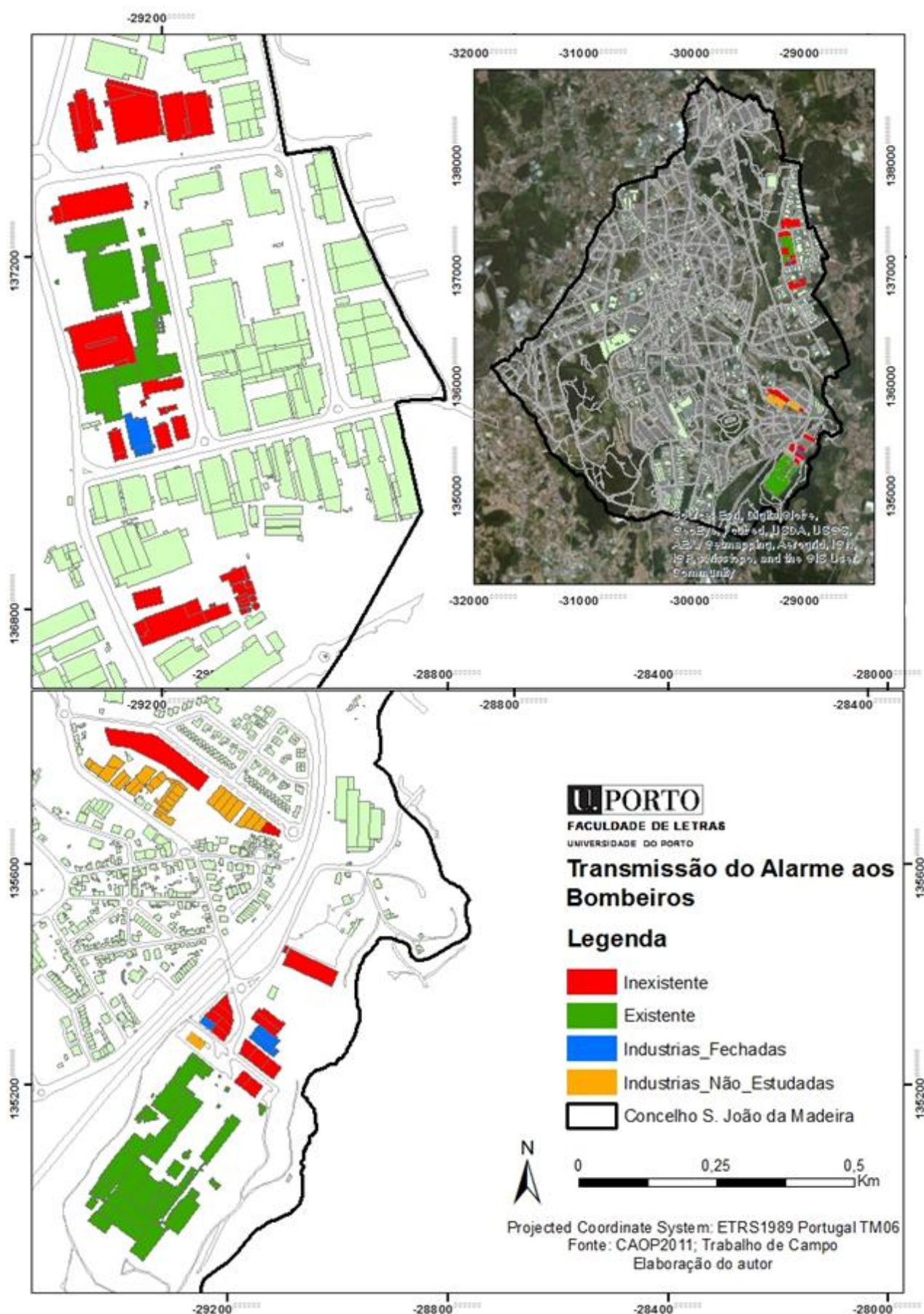


Figura 23 - Transmissão de Alarme aos Bombeiros

Instalações de Extinção Automática de Incêndios

Por Água (Sprinklers)

Os sistemas de sprinklers são, essencialmente, sistemas automáticos de extinção a água que desempenham três funções distintas de proteção contra incêndios:

- Detetam a ocorrência de um foco de incêndio;
- Circunscrevem-no a um espaço limitado e, muitas vezes, extinguem-no;
- Emitem o alarme de incêndio.

Trata-se de sistemas com as vantagens de efetuarem a deteção e desencadearem automaticamente a extinção, pelo que a sua eficácia é bastante elevada no combate a um incêndio e, consequentemente, na limitação da sua progressão e na emissão de fumo e gases de combustão. Para a mesma eficácia de extinção, consomem menos quantidade de água do que as RIA.

Durante o trabalho de campo elaborado nas áreas industriais alvo de estudo, foi possível constatar que na área industrial da Devesa Velha, apenas duas indústrias possuem instalações de extinção automática por água (sprinklers), sendo essas mesmas instalações protegidas apenas em secções onde a carga e o respetivo risco de incêndio são maiores.

Já no que se refere à área industrial das Travessas, verifica-se igualmente que apenas uma indústria apresenta proteção por sistema automático de extinção por água (sprinklers), mas apenas numa secção e focalizados neste caso diretamente para um conjunto de depósitos.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, em que concluímos que tanto na área industrial da Devesa Velha como na das Travessas, existe um núcleo de indústrias que devido à sua carga de incêndio e dimensão, necessitavam de uma instalação deste tipo.

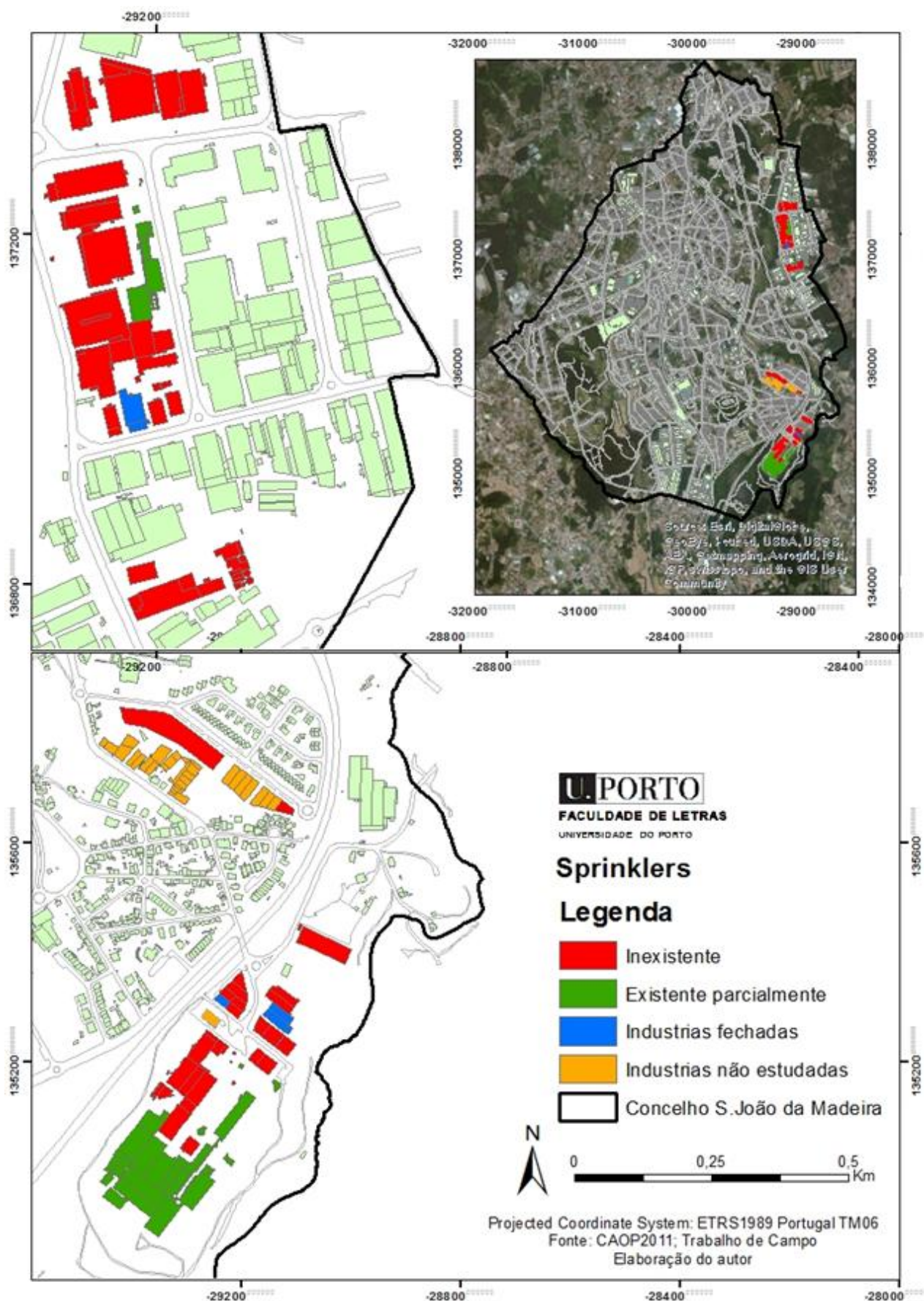


Figura 24 - Instalações de Extinção Automática por Água (Sprinklers)

Por Gases

Existem no mercado vários sistemas de extinção por gases, como os de extinção por CO₂ (dióxido de carbono), que dadas as características próprias do CO₂ como agente extintor, largamente utilizado em sistemas automáticos de extinção que protejam locais em que é importante retomar rapidamente o processo laboral ou ainda em locais que guardem artigos ou equipamentos de grande valor.

Por outro lado devido às restrições à utilização de sistemas de extinção por halon, levaram ao aparecimento de novos agentes extintores limpos, onde sobressaem gases sintéticos (FE13 e FM200) e inertes (argonite, argonfire e inergen).

Os sistemas de extinção por gases limpos, alias como os de CO₂, dividem-se em

- Sistemas de inundação total;
- Sistemas de aplicação local.

Os sistemas de inundação total limitam-se, exclusivamente, pelas suas características e custo do agente extintor, à proteção de locais fechados, quando os objetivos de proteção são equipamentos de alta tecnologia, centros informáticos, salas de controlo de processamento industrial, etc.

Nestes sistemas, o agente extintor é descarregado uniformemente, no interior da sala a proteger, através de difusores próprios para o efeito.

No caso dos sistemas de aplicação local, o agente extintor é descarregado diretamente sobre os equipamentos ou no interior destes como, por exemplo grandes armários de cablagens elétricas quadros elétricos, etc.

Este tipo de sistema de extinção, apenas se verificou a sua instalação numa indústria da área industrial da Devesa Velha. A indústria apresentava dois sistemas de extinção de aplicação local, um por CO₂ no posto de transformação e o outro por Argonite no servidor.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, com indicação da distribuição espacial das indústrias que possuem este tipo de sistema.

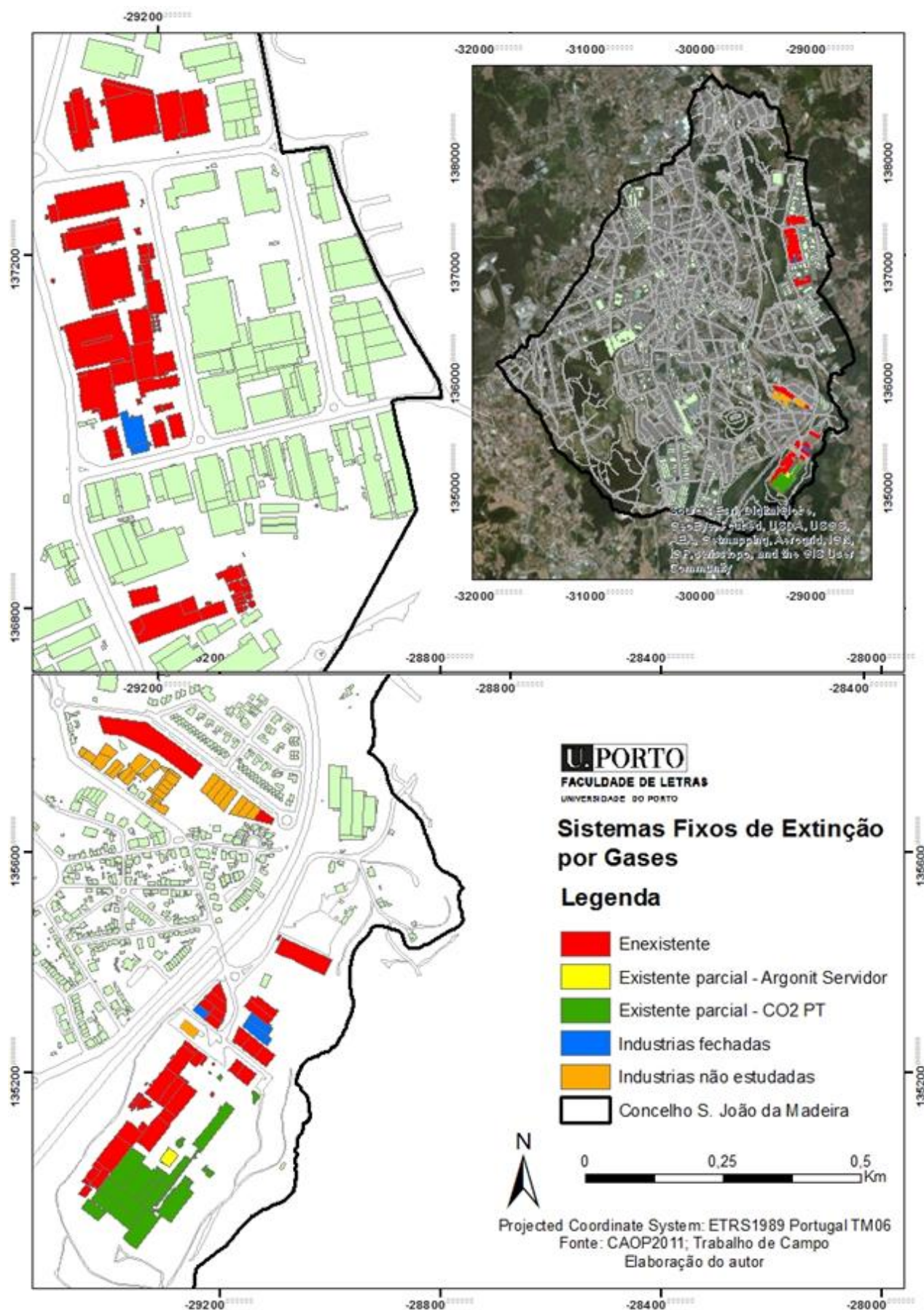


Figura 25 - Sistemas de Extinção por Gases

Sistemas de Desenfumagem

Para garantir uma boa proteção contra incêndios não basta a existência de adequadas disposições construtivas ou a instalação de sistemas de deteção automática e de meios de extinção.

Com efeito, uma vez detetado um incêndio é necessário criar condições para evacuar as pessoas em risco e para extinguir o incêndio, aspetos que são muito dificultados se o fumo e os gases de combustão se mantiverem no edifício. Recorda-se, ainda, que a aplicação de água no combate a um incêndio origina volumes elevados de vapor de água que agravam as dificuldades acima descritas.

Assim, o controlo de fumos (ou mesmo apenas a desenfumagem) constitui uma importante medida de segurança porque permite retirar para o exterior do edifício o fumo, calor e gases perigosos resultantes de um incêndio, contribuindo para a proteção da vida dos ocupantes.

Acessoriamente, o controlo de fumo também protege os bens, dado que, ao diminuir a temperatura, a intensidade do fumo e o teor de gases de combustão, permite:

- Reduzir os danos provocados pelo calor, fumo e gases de combustão corrosivos em produtos, equipamentos e nos próprios materiais e elementos de construção do edifício;
- Localizar mais facilmente o foco de incêndio, acelerando as ações de combate.
- Recuperar mais rapidamente os locais afetado, que retomarão a sua atividade normal num menor espaço de tempo.

De todas as indústrias estudadas, apenas uma apresentava sistemas de controlo de fumo (desenfumagem).

Dado que uma grande parte das indústrias tem a sua laboração relacionada com espumas sintéticas e injeção de plásticos, materiais altamente inflamáveis, que provocam elevadas temperaturas e gases perigosos num curto espaço de tempo, era aconselhado a instalação deste tipo de sistemas em mais indústrias.

No entanto, note-se que os sistemas de controlo de fumo devem construir um todo harmónico com as restantes medidas de segurança, destacando-se a importância de se atender aos riscos em presença e à compartimentação dos espaços para garantir uma correta segurança e conceção dos sistemas.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, com indicação da distribuição espacial das indústrias que possuem este tipo de sistema.

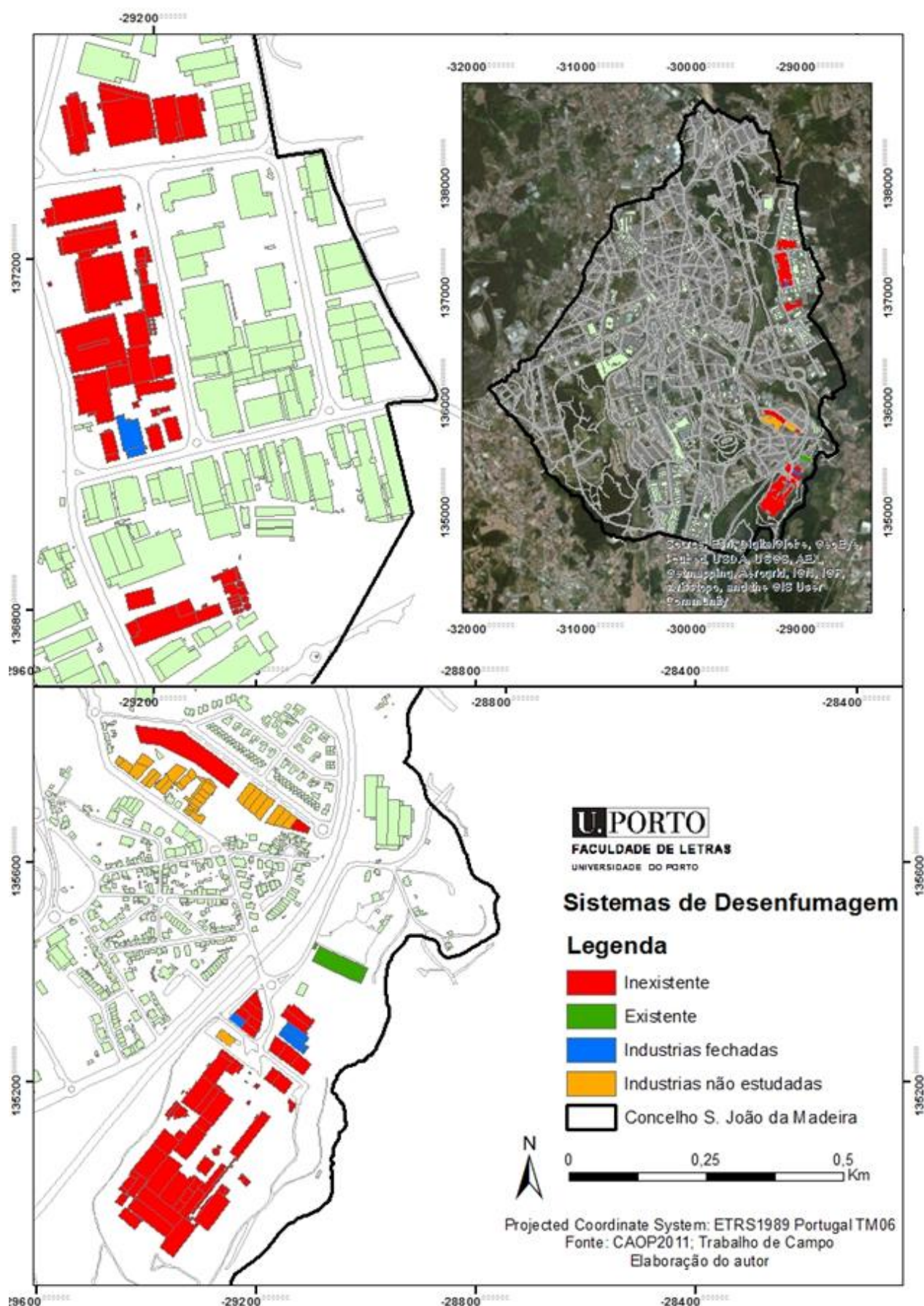


Figura 26 - Sistemas de Controlo de Fumo (Desenfumagem)

Compartimentação Corta-Fogo

Visando essencialmente a segurança dos ocupantes dos edifícios, deve adotar-se um conjunto de medidas construtivas destinadas a limitar a propagação do fogo, fumo e gases de combustão, circunscrevendo esses a uma área tão pequena quanto possível.

Essas medidas correspondem ao que se designa por compartimentação corta-fogo e constituem a base essencial de toda a segurança contra incêndio.

Note-se que a compartimentação corta-fogo não só se destina a opor-se à propagação de um incêndio e dos seus efeitos dentro de um edifício, mas também entre edifícios contíguos ou vizinhos.

A conceção da compartimentação corta-fogo de um edifício rege-se por dois objetivos estratégicos:

- Limitar a propagação do incêndio (e dos seus efeitos) à área onde eclodiu;
- Evitar que venham a ser afetadas pelo incêndio zonas mais sensíveis, que se pretende proteger.

Assim, os edifícios devem ser subdivididos em compartimentos corta-fogo, cuja dimensão depende dos riscos, com vista a garantir esses objetivos, bem como a:

- Minimizar o número de pessoas em risco;
- Possibilitar que os ocupantes de zonas ainda não afetadas pelo incêndio disponham de tempo suficiente para evacuar em segurança o edifício;
- Providenciar a existência de zonas de refúgio temporário, para prevenir situações em que a evacuação dos ocupantes seja mais difícil e morosa;
- Repartir uma carga de incêndio elevada por mais do que um compartimento.

Os aspetos relacionados com a falta de compartimentação corta-fogo, foram largamente os mais representativos nas indústrias estudadas. Tanto na área industrial da Devesa Velha como nas Travessas, verificou-se claramente uma falta de compartimentação corta-fogo no interior das indústrias, assim como a de compartimentação com as indústrias vizinhas, estendendo-se esta falta de compartimentação às coberturas dos edifícios.

Esta situação agrava o risco de incêndio das indústrias e potencia largamente o desenvolvimento de um incêndio, que tendo início num pequeno setor de uma indústria, possa progredir à totalidade da indústria e passar para as indústrias contíguas.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, com indicação das indústrias que não possuem compartimentação.

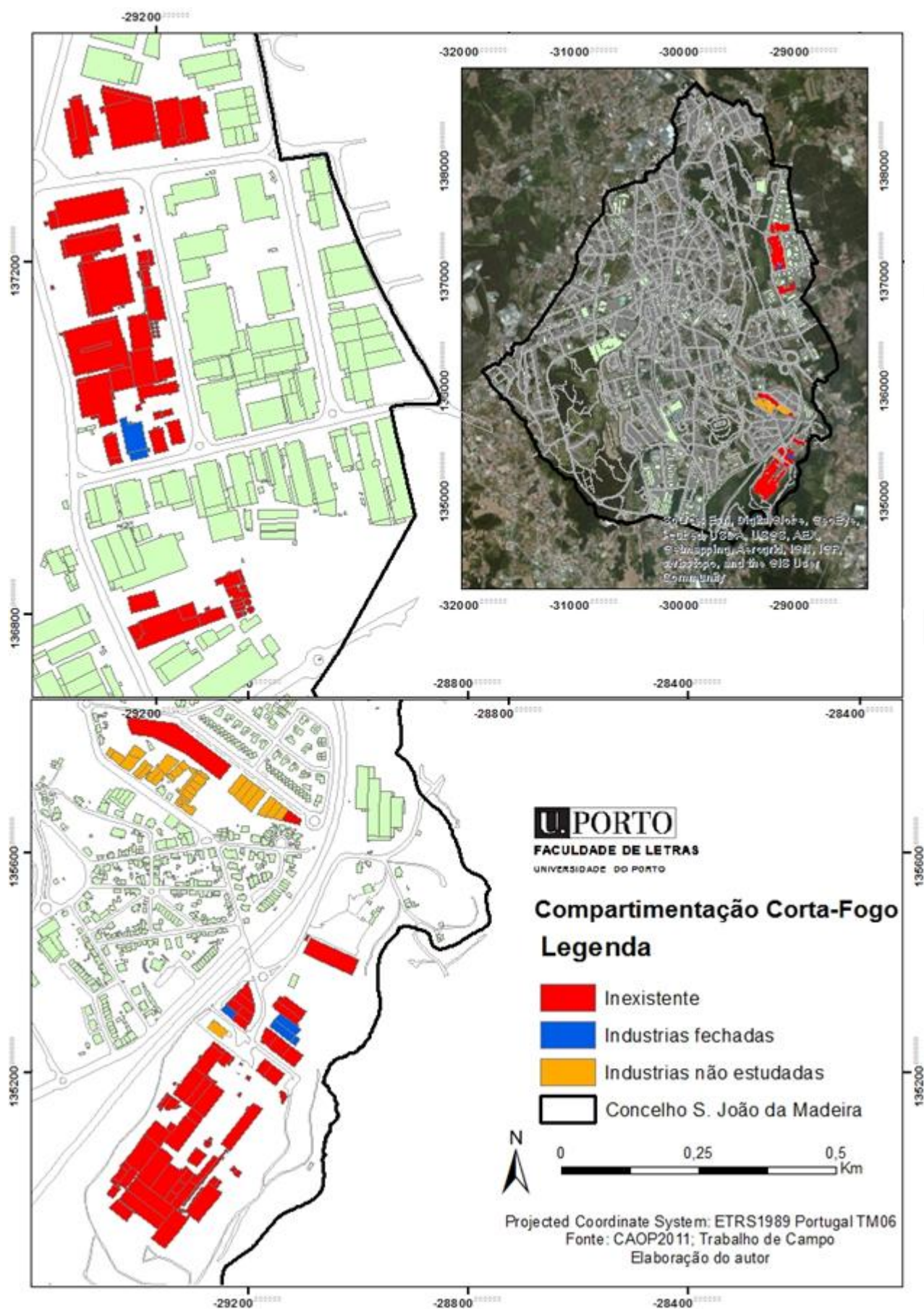


Figura 27 - Compartimentação Corta-Fogo

Pessoal com Formação em Segurança Contra Incêndio

A intervenção humana, direta ou indireta, é responsável pela ocorrência de mais de 90% dos incêndios. De, igual modo, a participação humana é fundamental para a segurança contra incêndio em qualquer das suas fases: prevenção, atuação em caso de emergência e atuação após o incêndio.

Com efeito, as medidas físicas de segurança como, por exemplo, as adotadas na conceção e construção de um edifício ou os sistemas e equipamentos de segurança implantados, não eliminam a possibilidade de ocorrência de um incêndio nem garantem, por si só, a limitação das suas consequências.

Por consequência, as medidas de natureza humana, nomeadamente a formação e sensibilização das pessoas em matérias de segurança contra incêndios, uma boa organização e gestão da segurança, são determinantes na prevenção e proteção contra o risco de incêndio.

A formação em segurança é uma das tarefas mais importantes e deve cobrir todos os funcionários e colaboradores da entidade.

Com efeito, todo o pessoal que permaneça no edifício por um período superior a 30 dias, deve ter conhecimento dos riscos de incêndio com que lida, entender as medidas de segurança adotadas e ser capaz de cumprir os procedimentos de intervenção em caso de incêndio ou outra emergência.

Durante o trabalho de campo junto das indústrias, podemos verificar que esta cultura de segurança ainda não se encontra implementada na generalidade das indústrias estudadas.

Na área industrial da Devesa velha, confirmou-se que apenas seis indústrias apresentam pessoal sensibilizado e treinado para a segurança contra incêndios, sendo uma parte dessas indústrias de grande dimensão e risco. Nas indústrias mais pequenas notou-se um maior desconhecimento, tanto da estrutura de topo como dos funcionários dos aspetos relacionados com a formação em segurança contra incêndios.

Na área industrial das Travessas o paradigma é semelhante à área industrial da Devesa Velha, tendo-se verificado apenas quatro indústrias com pessoal sensibilizado e treinado.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, com indicação da distribuição espacial das indústrias que têm pessoal com formação em SCI.

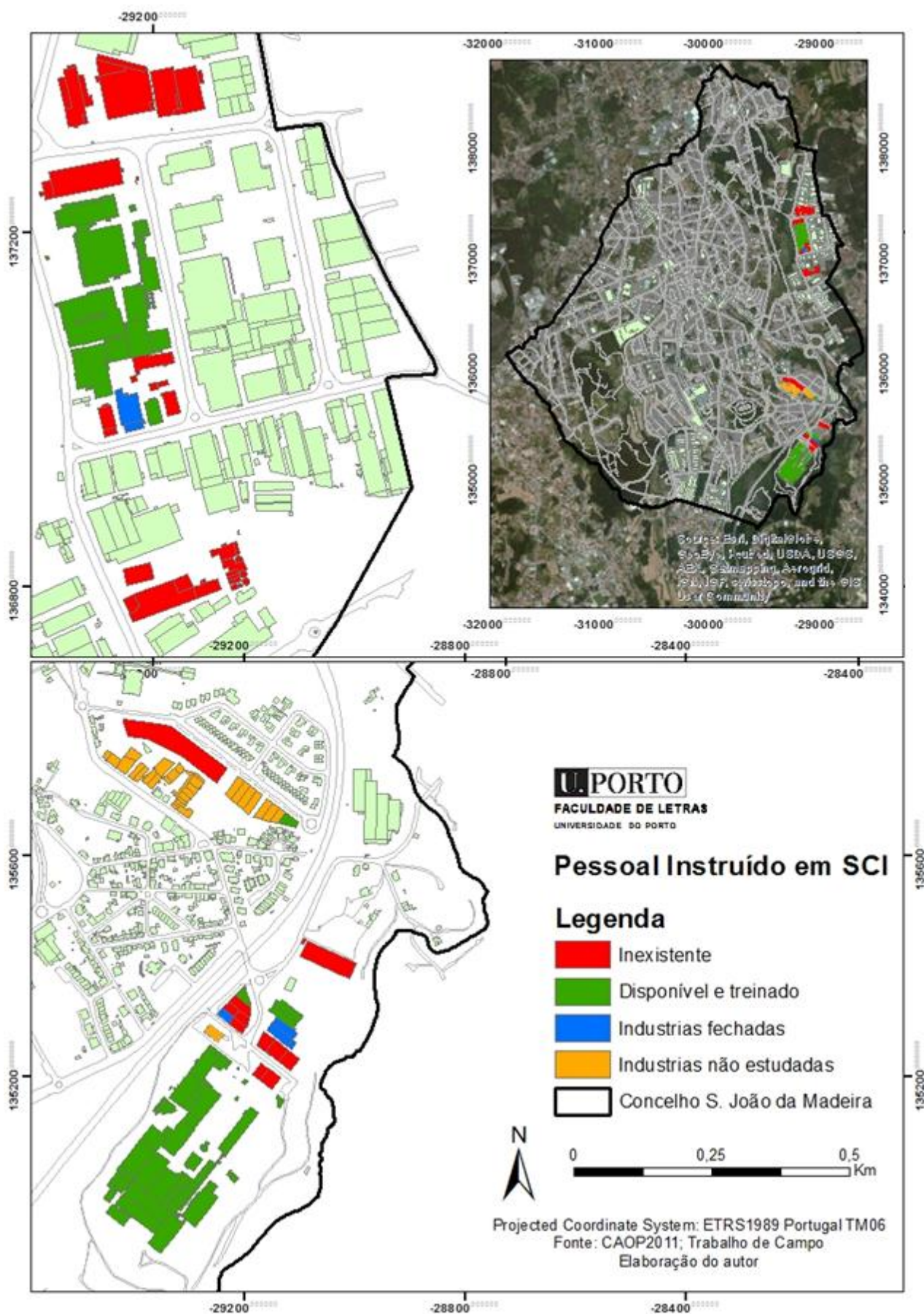


Figura 28 - Pessoal com Formação em SCI

Equipas de 1ª Intervenção

As ações de 1ª intervenção no combate a um incêndio ou a outra situação de emergência são um dos garantes da limitação das suas consequências.

Com efeito, essas ações podem garantir a extinção do foco de incêndio ou, pelo menos, a sua circunscrição a um espaço limitado até à chegada dos socorros externos (agentes de proteção civil).

Essa 1ª intervenção deve ser garantida por qualquer funcionário do edifício, com preparação para tal, mas normalmente é desempenhada por uma equipa (ou grupo) devidamente estruturada para o efeito.

Todo o pessoal que participe em ações de 1ª intervenção deve ser devidamente enquadrado no seio da organização de segurança do edifício, possuir formação e participar em treinos regulares necessários à execução, em segurança e com eficácia das tarefas de combate a incêndio.

Este pessoal deve ser igualmente dotado do equipamento de proteção individual necessário para o cumprimento dessa missão, sendo fundamental a distribuição desse equipamento a cada um dos elementos da equipa.

O número de elementos envolvidos nas equipas de 1ª intervenção é variável, em função dos riscos de incêndio, das condições de laboração do edifício e da arquitetura das instalações.

De todas as indústrias estudadas nas duas áreas industriais, apenas se identificou a existência de seis indústrias com equipas de 1º intervenção implementadas.

O número de elementos dessas equipas é variado, tendo em consideração os riscos associados a cada indústria. Podemos igualmente constatar que a existência destas equipas, na maior parte dos casos estão associadas a indústrias com alguma dimensão e uma cultura de segurança já implementada.

Estes dados estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, com indicação da distribuição espacial das indústrias que têm equipa de 1ª intervenção implementada.

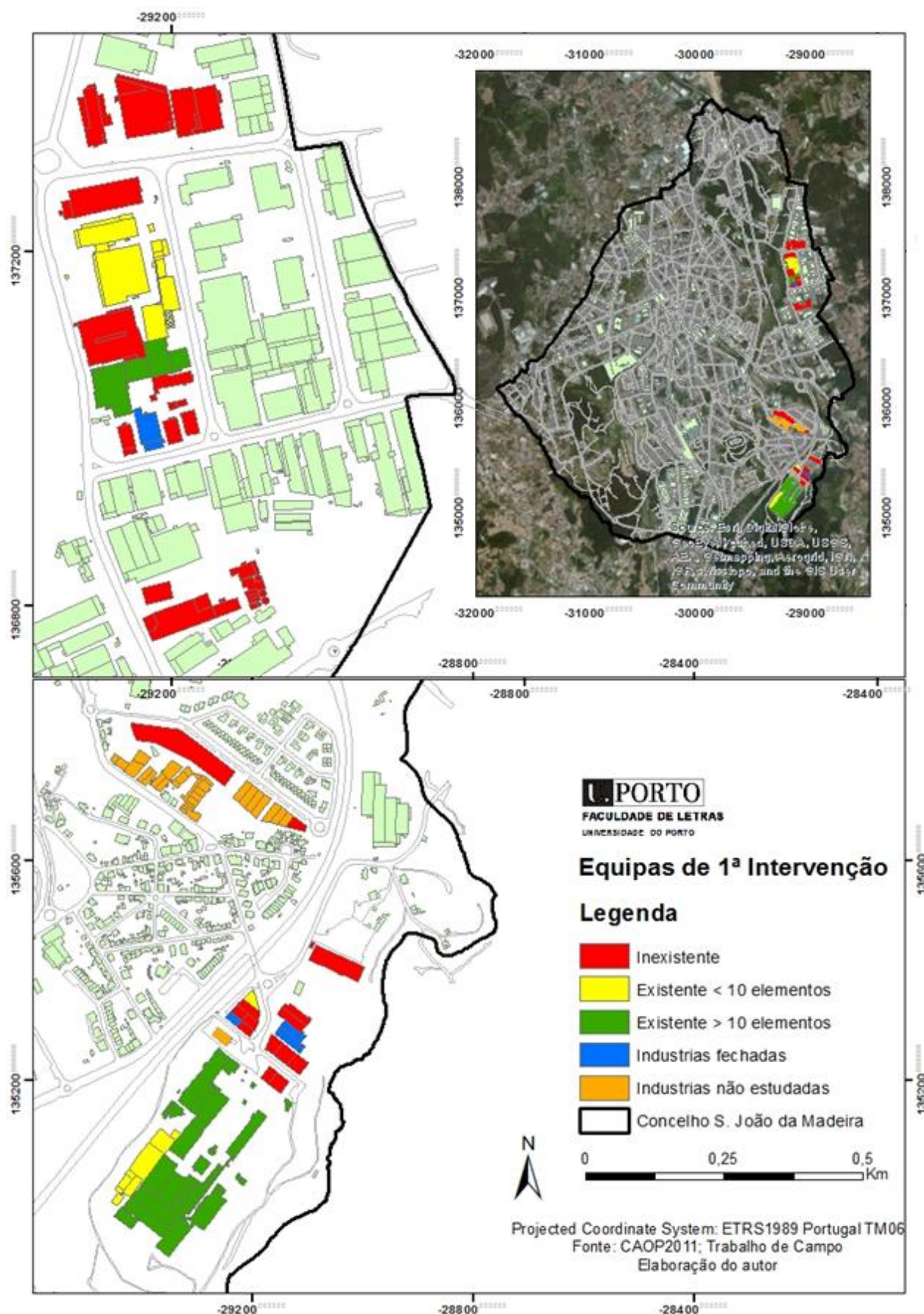


Figura 29 - Equipas de 1ª Intervenção

Medidas de Autoproteção

Quando ocorre um incêndio ou outra situação de emergência, não é o momento para se organizarem as ações a desenvolver. Estas devem ser estudadas e implementadas com antecedência.

Todos os empregados e em particular os elementos da equipa de 1ª intervenção, devem ter instruções concretas sobre a forma de atuação em caso de emergência.

As medidas de autoproteção não são mais do que a gestão de segurança contra incêndios do edifício, com a definição e preparação de procedimentos a desenvolver em qualquer situação de emergência, que ocorra no edifício ou na sua envolvente próxima. Tem como principal objetivo a minimização dos efeitos de qualquer emergência, no que concerne à preservação da vida humana, à manutenção das condições de segurança e à redução dos aspetos ambientais associados.

Ao mesmo tempo, os pareceres emitidos pela Autoridade Nacional de Proteção Civil relativos às medidas de autoproteção são condicionados à efetiva implementação das medidas de autoproteção, devendo o Responsável pela Segurança executar as medidas, realizar ações de formação, bem como, testar a sua operacionalidade em simulacros.

Foi possível constatar no decorrer do trabalho de campo junto das indústrias, que existem sete indústrias com as medidas de autoproteção já aprovadas pela ANPC e com a sua implementação a decorrer. Existiam igualmente à data do trabalho de campo duas indústrias com as medidas de autoproteção em elaboração, e duas indústrias com as mesmas já remetidas à ANPC, aguardando apenas o parecer.

Na área industrial da Devesa Velha, temos uma indústria que devido à sua perigosidade encontra-se enquadrada como indústria Seveso. De acordo com o DL 220/2008 e a Portaria 1532/2008 esta indústria não tem obrigatoriedade implementação das medidas de autoproteção. No entanto, a mesma encontra-se abrangida pela legislação relativa às indústrias Seveso, e possui o seu plano de emergência interno atualizado e implementado, assim como existe um plano de emergência externo elaborado pela CM S. João da Madeira para esta indústria.

Os dados relativos às medidas de autoproteção estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, com indicação da distribuição espacial das indústrias que possuem as mesmas.

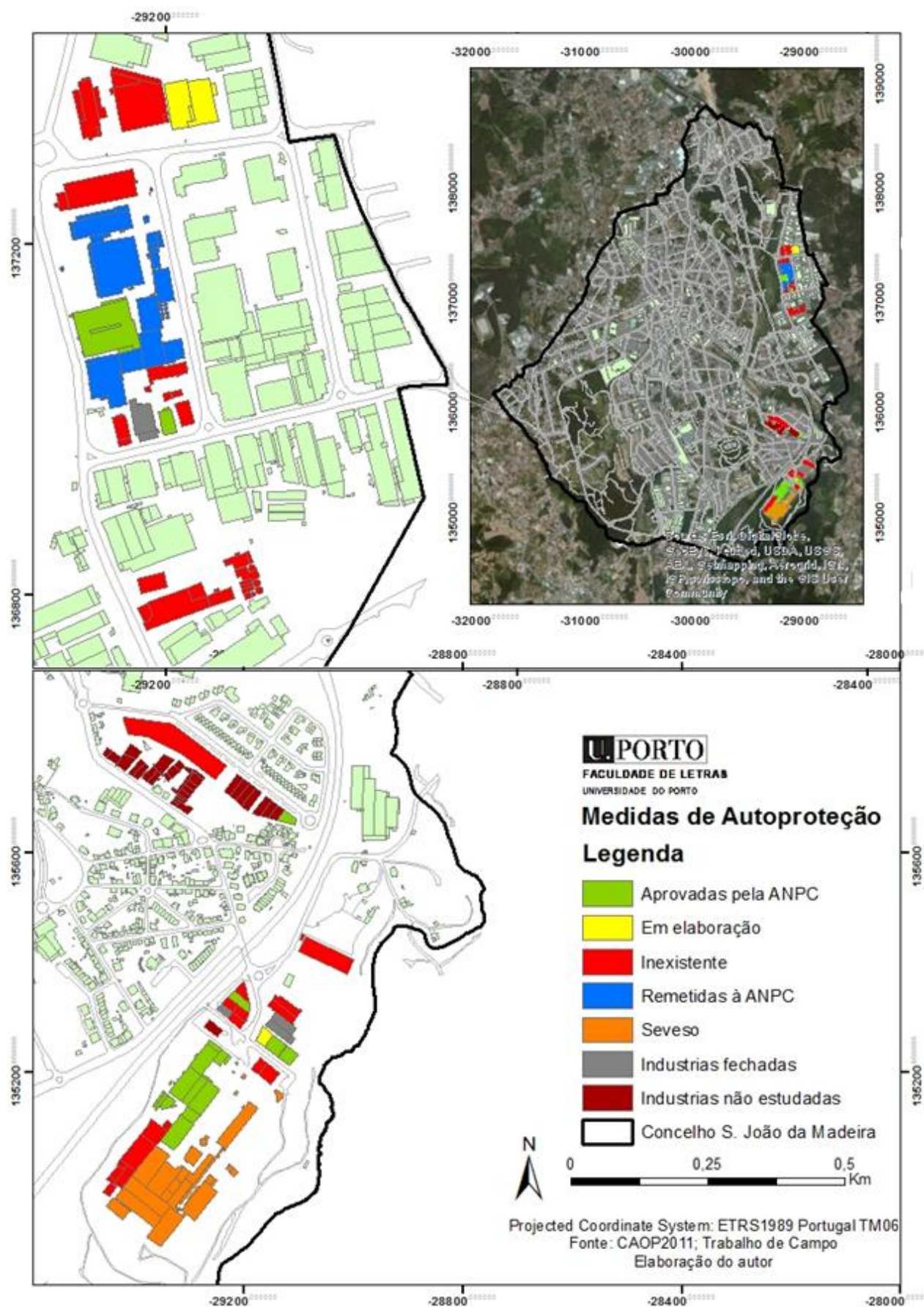


Figura 30 - Medidas de Autoproteção

Intervenção dos Bombeiros

A chegada dos bombeiros a determinado local, embora possa ser rápida, leva sempre alguns minutos, que podem ser fundamentais para o salvamento de pessoas e bens.

O tempo de intervenção é contado entre a receção do alarme e a chegada ao local do sinistro de um primeiro grupo suficientemente eficaz. O tempo entre a receção do alarme e a chegada ao local é de elevada importância, uma vez que pode corresponder ao ataque ao incêndio ainda numa fase inicial do mesmo, permitindo assim uma maior probabilidade de êxito no salvamento de pessoas e bens.

A distância a percorrer pelas equipas de socorro até ao local do sinistro é um dos fatores que mais influencia o tempo de intervenção. Quanto mais perto estiver o quartel dos bombeiros do ponto do sinistro, mais rápida é a deslocação ao local, e menor o tempo de intervenção, permitindo assim um ataque inicial mais rápido e eficaz.

As indústrias estudadas encontram-se com uma distância ao corpo de bombeiros de São João da Madeira inferior a 5Km e com um tempo de resposta a rondar os 15 minutos. Esta proximidade permite um ataque inicial extremamente rápido, aumentando a probabilidade do controlo do incêndio. Este fator é uma mais-valia no atenuar do risco de incêndio existente nas respetivas áreas industriais.

Os dados relativos à intervenção dos bombeiros estão destacados na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, com indicação da distribuição espacial do tempo de intervenção dos bombeiros às indústrias.

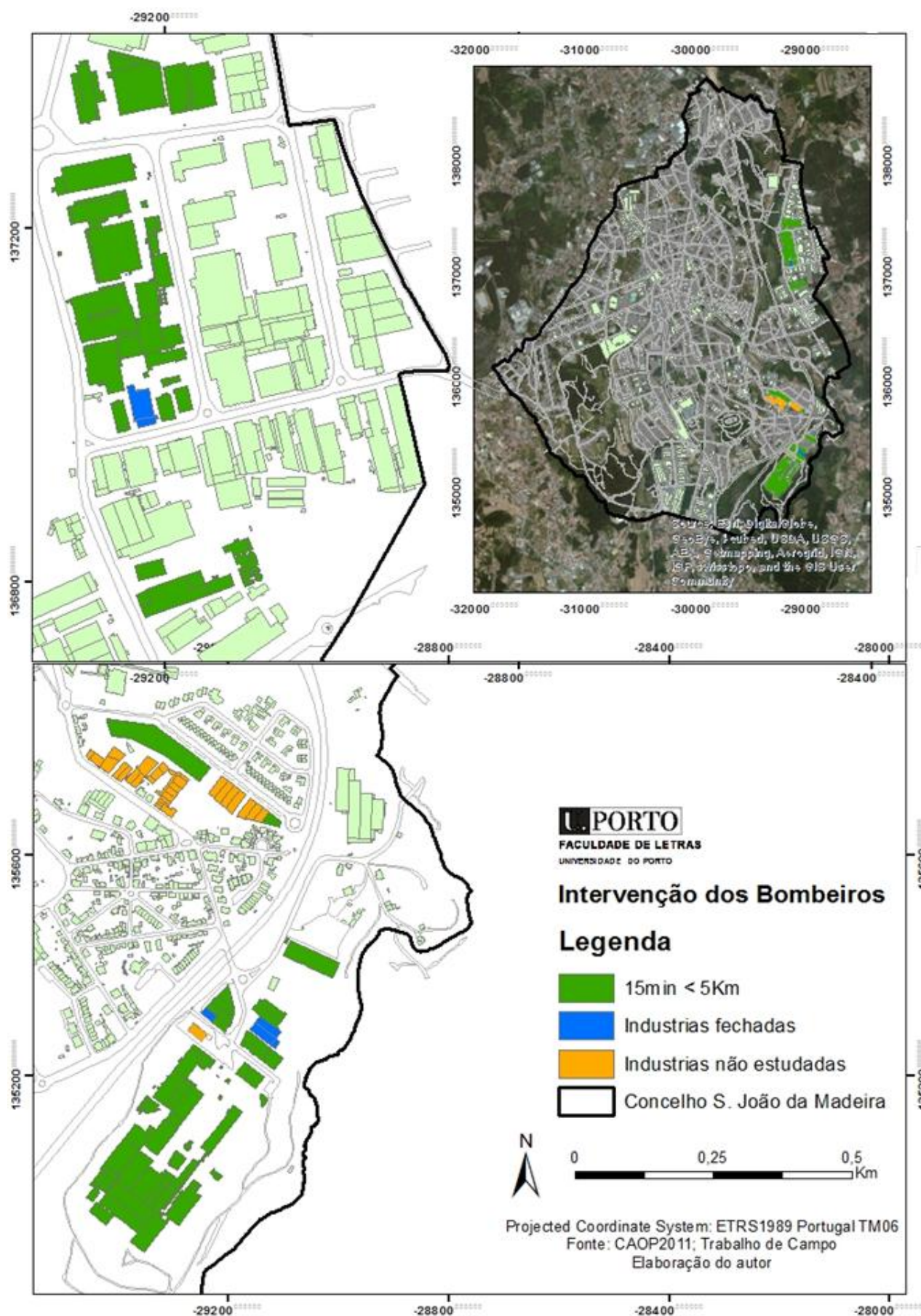


Figura 31 - Intervenção dos Bombeiros

Segurança Contra Incêndio

A segurança contra incêndio é suficiente se as medidas de segurança escolhidas cumprirem as condições dos objetivos de proteção e simultaneamente $\text{for} \geq 1$.

Assim, um valor de Risco de Incêndio inferior ao valor de referência igual a 1,00 significa que é necessário intervir no edifício em estudo, de forma a reduzir o risco de incêndio. Pelo contrário, um valor de Risco de Incêndio superior ou igual a 1,00 significa que o edifício reúne as condições mínimas de segurança ao risco de incêndio.

As áreas a verde representam áreas em que, em média, os edifícios estudados apresentaram um valor de risco de incêndio superior a 1; as amarelas, valores superiores a 0,80 e as vermelhas inferiores a 0,80.

O critério baseia-se no facto de se considerar que para as indústrias cujos valores de segurança contra incêndio obtidos são superiores a 0,80, com medidas simples, tais como a instalação de extintores de incêndio portáteis e a instrução e sensibilização das pessoas, é possível promover um risco de incêndio admissível, pelo Método de Gretener.

Da análise da **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, é possível verificar que, maioritariamente, os edifícios encontram-se na escala vermelha. Sendo assim, a grande maioria das indústrias das áreas industriais, necessitam de medidas mais profundas, como a instalação de sistemas automáticos de deteção de incêndio, depósitos privativos com grupos hidropressores ou mesmo sistemas automáticos de extinção por água (sprinklers), para poderem atingir valores de segurança contra incêndios aceitáveis ≥ 1 .

Analisando a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, é possível verificar que as indústrias que se encontram na escala amarela com medidas relativamente simples, como a instalação de extintores, carretéis e formação das pessoas, poderão atingir valores de segurança contra incêndios aceitáveis ≥ 1 .

As conclusões acima emanadas não invalidam que cada indústria deverá ser sujeita a uma avaliação com maior acuidade, para efeitos de estudo das intervenções apropriadas para cada caso.

No que se refere ao risco de incêndio no conjunto das indústrias, é preciso não esquecer que a propagação de incêndio pelas fachadas e/ou paredes de empena é o risco mais acentuado, pelo que a proteção das coberturas, paredes de empena e vãos confrontantes é primordial.

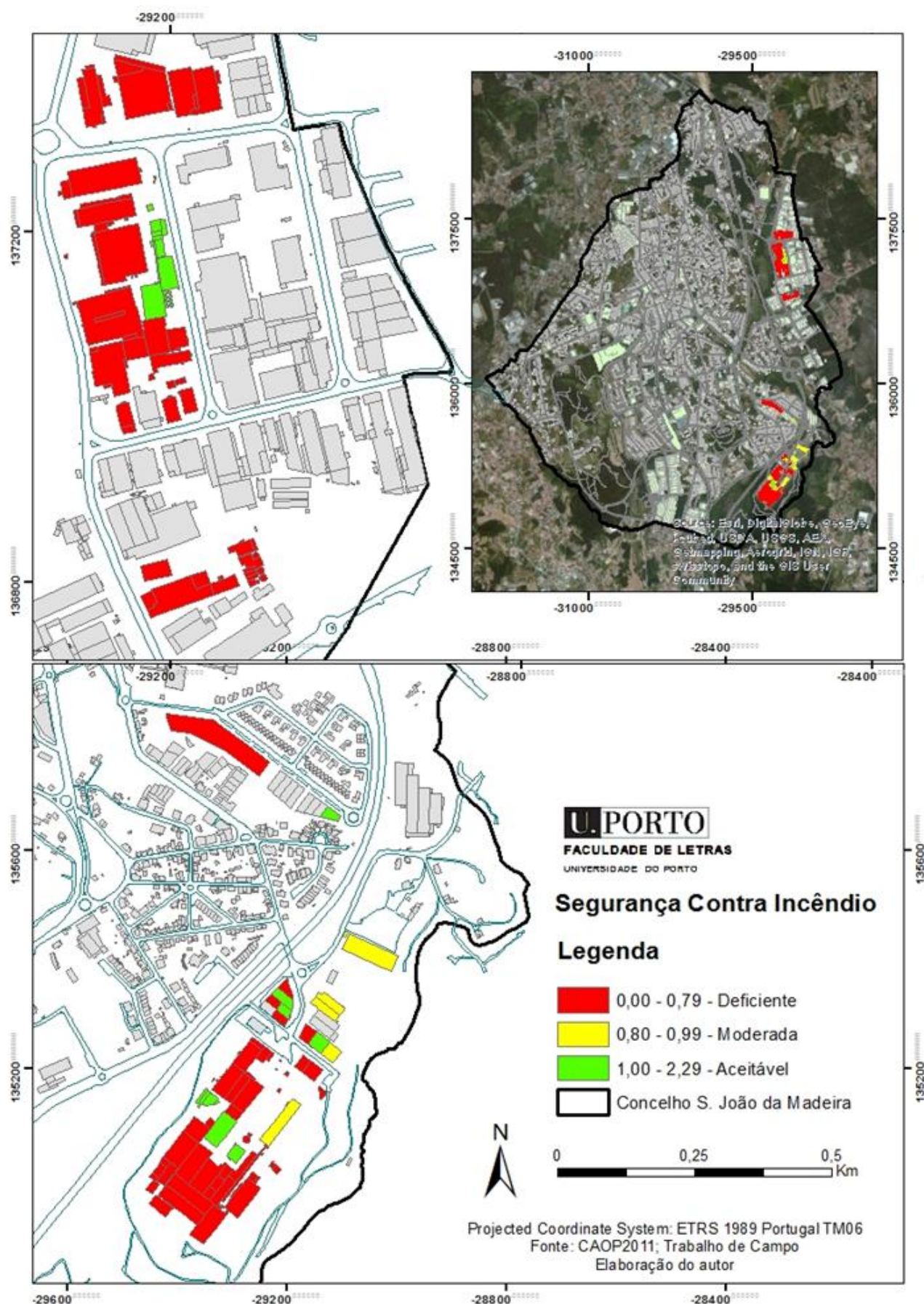


Figura 32 - Segurança Contra Incêndio

4.3 Caso de estudo – População afetada por um acidente envolvendo matérias perigosas em indústria Seveso

Em ambiente SIG foi possível realizar operações de interpolação espacial para se determinar qual seria o provável impacto na população local, caso ocorresse um acidente envolvendo matérias perigosas na área industrial da Devesa Velha. Área onde se encontra situada a única indústria Seveso do concelho de São João da Madeira.

No sentido de se determinar a população presente afetada por um acidente envolvendo matérias perigosas numa área de proteção em redor da indústria em investigação de 100m, 200m e 800m, foram analisados vários modelos geoestatísticos de interpolação. Pelas conclusões expostas sobre esta temática por (Chakraborty, 1996) e (Margai, 2001), foi utilizado na presente investigação o método de ponderação espacial “*Areal Weighting*”. Este modelo pressupõe que a população se distribui de forma uniforme por unidade espacial, sendo que a estimação da população afetada pode ser realizada segundo a equação exposta. Assim, para as subsecções estatísticas completamente contidas na área de sinistro, foi realizado um somatório da população presente. Para as subsecções estatísticas parcialmente contidas na área de sinistro, apenas uma fração da população presente é considerada, tendo como elemento de ponderação a proporção de área da subsecção contida na área de proteção (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

$$População\ afetada = \sum_{i=0}^n Pi + \sum_{j=0}^m \left(Pj * \frac{a_{j'}}{a_j} \right)$$

Em que:

n = n.º de subsecções que se encontra totalmente contida na área de sinistro (cujos limites não coincidem com os limites da área afetada);

pi = população das subsecções totalmente contidas na área de sinistro e em que $i = 0, 1, 2, \dots, n$;

m = n.º de subsecções parcialmente contidas na área de sinistro (cujos limites intersectam ou coincidem com o limite da área afetada);

pj = população das subsecções parcialmente contidas na área de sinistro em que $j = 0, 1, 2, \dots, m$;

aj = Área total das subsecções contidas parcialmente na área de sinistro;

aj' = Área das subsecções parcialmente contidas na área de sinistro;

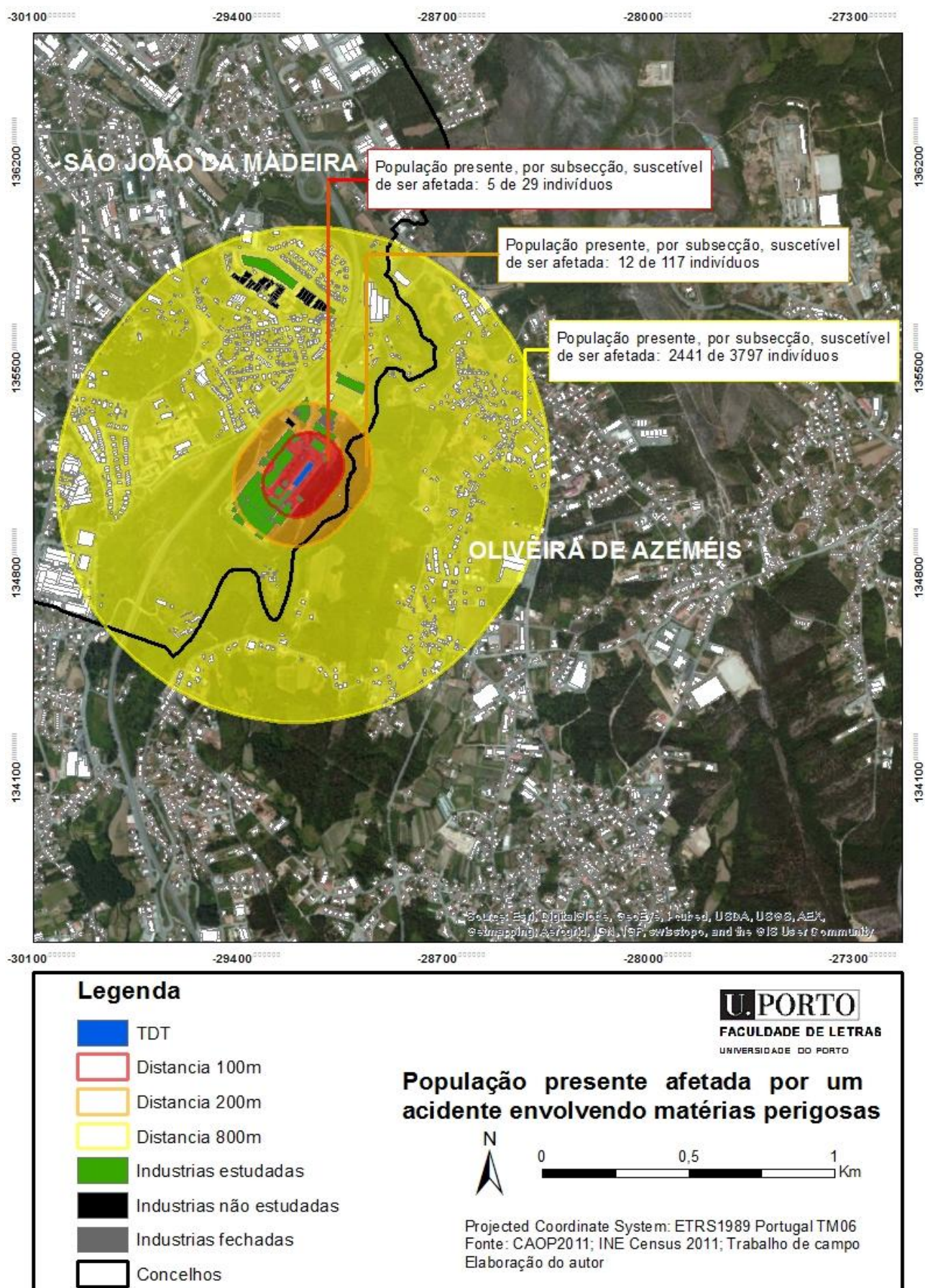


Figura 33 - População presente afetada por um acidente envolvendo matérias perigosas

Foi definido um período de ocorrência do acidente envolvendo matérias perigosas (horário laboral das indústrias), foram realizados os cálculos da população potencialmente afetada tendo em conta a população presente, por subsecção, à data dos Censos 2011 do INE. A população presente são todas as pessoas que, no momento de observação - zero horas do dia de referência - se encontram numa unidade de alojamento, mesmo que aí não residam, ou que, mesmo não estando presentes, lá chegam até às 12 horas desse dia (INE, 2012).

Este ponto num futuro estudo deve ser melhorado, uma vez que se verifica que a população presente contabilizada pelo INE não contabiliza os trabalhadores das indústrias. Neste sentido futuramente deve ser feito uma melhoria a estes resultados, introduzindo o número de funcionários de cada indústria localizada no interior das áreas de proteção.

Analisando as áreas de proteção, é possível estimar o número de população presente potencialmente afetada. Assim, ao nível da população presente, 2458 indivíduos, de um total de 3943, encontram-se nas áreas de proteção de 100m, 200m e 800m. Destes, 5 indivíduos encontra-se na área de proteção de 100m, 12 indivíduos encontram-se na área de proteção de 200m e 2441 indivíduos na área de proteção de 800m. Ao nível da população, a população presente distribui-se num território urbano descontinuo com uma área de 2,2568 km².

	São João da Madeira			Oliveira de Azeméis			Total		
	Áreakm2	Total Indivíduos Presentes nas Subsecções afetadas	N.º Indivíduos Presentes afetados face à consequência	Áreakm2	Total Indivíduos Presentes nas Subsecções afetadas	N.º Indivíduos Presentes afetados face à consequência	Áreakm2	Total Indivíduos Presentes nas Subsecções afetadas	N.º Indivíduos Presentes afetados face à consequência
Vermelho 100m	0,0566	29	5	0	0	0	0,0566	29	5
Laranja 200m	0,1511	29	7	0,0255	88	5	0,1766	117	12
Amarelo 800m	1,033	1869	1385	0,9906	1928	1056	2,0236	3797	2441
Total	1,2407	1927	1397	1,0161	2016	1061	2,2568	3943	2458

Tabela 15 - População Presente afetada por subsecção na modelação

Representados e analisados os potenciais impactos do caso de estudo, é extremamente relevante propor medidas que possam minimizar o potencial de ocorrência deste tipo de acidentes envolvendo matérias perigosas. É possível identificar duas distintas etapas na persecução deste objectivo. A primeira fase, antes do acidente, através da prevenção do mesmo, e uma segunda fase após a ocorrência do acidente, limitando as suas consequências.

5 Conclusões

A segurança aos incêndios em áreas industriais é uma matéria delicada e de importância reconhecida, embora insuficientemente desenvolvida e explorada no país.

Na presente investigação apresenta-se um conjunto de informação útil para a compreensão da temática da segurança contra incêndios em edifícios industriais, assim como a importância da gestão dos riscos nas áreas industriais.

Este trabalho procurou constituir um contributo para o avanço do estudo da suscetibilidade de risco de incêndio em edifícios industriais, suportado pelo Sistema de Informação Geográfica. Selecionando como área de investigação a área industrial da Devesa Velha e um quarteirão da área industrial das Travessas, no concelho de São João da Madeira, propõe-se a identificação e a elaboração da cartografia dos incêndios industriais baseada na base de dados elaborada ao longo dos três meses de trabalho de campo.

A metodologia para o estudo pormenorizado nas áreas industriais estudadas assume-se como uma ferramenta de análise a larga escala que possibilita fazer uma primeira triagem dos casos mais críticos, que foram representados através da produção de mapas. A cartografia apresentada dá indicações importantes sobre o estado atual das indústrias e com as medidas corretivas introduzidas, que permitem caso sejam implementadas, uma segurança contra incêndios aceitável nas indústrias estudadas.

Da análise dos mapas, é possível verificar que, maioritariamente, os edifícios encontram-se na escala vermelha. Sendo assim, a grande maioria das indústrias das áreas industriais, necessitam de medidas mais profundas, como a instalação de sistemas automáticos de deteção de incêndio, depósitos privativos com grupos hidropressores ou mesmo sistemas automáticos de extinção por água (sprinklers), para poderem atingir valores de segurança contra incêndios aceitáveis ≥ 1 , sem se tocar nas estruturas, pois para além da falta de espaço para tal em alguns casos, o mesmo também era economicamente inviável para as indústrias. As indústrias que se encontram na escala amarela com medidas relativamente simples, como a instalação de extintores, carretéis e formação das pessoas, poderão atingir valores de segurança contra incêndios aceitáveis ≥ 1 .

As conclusões acima emanadas não invalidam que cada edifício devesse ser sujeito a uma avaliação com maior acuidade, para efeitos de estudo das intervenções apropriadas para cada caso.

No que se refere ao risco de incêndio no conjunto das indústrias, é preciso não esquecer que a propagação de incêndio pelas fachadas e/ou paredes de empena é o risco mais acentuado, pelo que a proteção das coberturas, paredes de empena e vãos confrontantes é primordial.

As medidas e ações a aplicar nas indústrias e na sua envolvente no âmbito de alcançar uma segurança contra incêndio são focalizadas para:

- Reduzir a probabilidade de ocorrência do incêndio;
- Limitar a propagação do incêndio;
- Possibilitar a evacuação rápida e segura dos seus ocupantes; e
- Possibilitar a intervenção rápida dos bombeiros no combate ao incêndio.

A execução do estudo baseado num acidente envolvendo matérias perigosas, permitiu obter resultados e responder às várias questões de partida, que se fixaram como objectivos. Assim, poder-se-á concluir, através da análise dos resultados, que um acidente envolvendo matérias perigosas poderá acarretar um elevado dano nas populações presentes nas áreas de proteção de 100m, 200m e 800m. Por esta razão, o trabalho

Os resultados e a cartografia final produzidos com esta investigação constituem um contributo para a compreensão das áreas industriais estudadas do concelho de São João da Madeira, proporcionando um instrumento de apoio para a definição de normas e procedimentos a adotar pelos serviços e agentes de proteção civil, contribuindo para uma preparação e prevenção de riscos em tempo útil e maior eficácia na resposta, assim como identificar áreas prioritárias de intervenção e sinalizar áreas passíveis de estudos de maior detalhe, e em última análise desenvolver um instrumento de base no que respeita ao Ordenamento do Território Municipal.

O balanço final da investigação é positivo, tendo contribuído para o aumento dos conhecimentos académicos e profissionais. A integração na equipa de trabalho do Serviço Municipal de Proteção Civil de São João da Madeira foi facilitada pelo companheirismo e ajuda dos elementos que o constituem. Todo este processo constituiu uma forte aprendizagem especialmente no conhecimento de novas realidades, bem como a exploração e aplicação de novas metodologias de análise dos riscos. E foi permitido um contacto com a realidade de um Serviço Municipal de Proteção Civil, em que se evidenciou o papel marcante dos riscos, não só em todo o processo de planeamento de cariz humano e físico, bem como particularizando o seu papel na Proteção Civil.

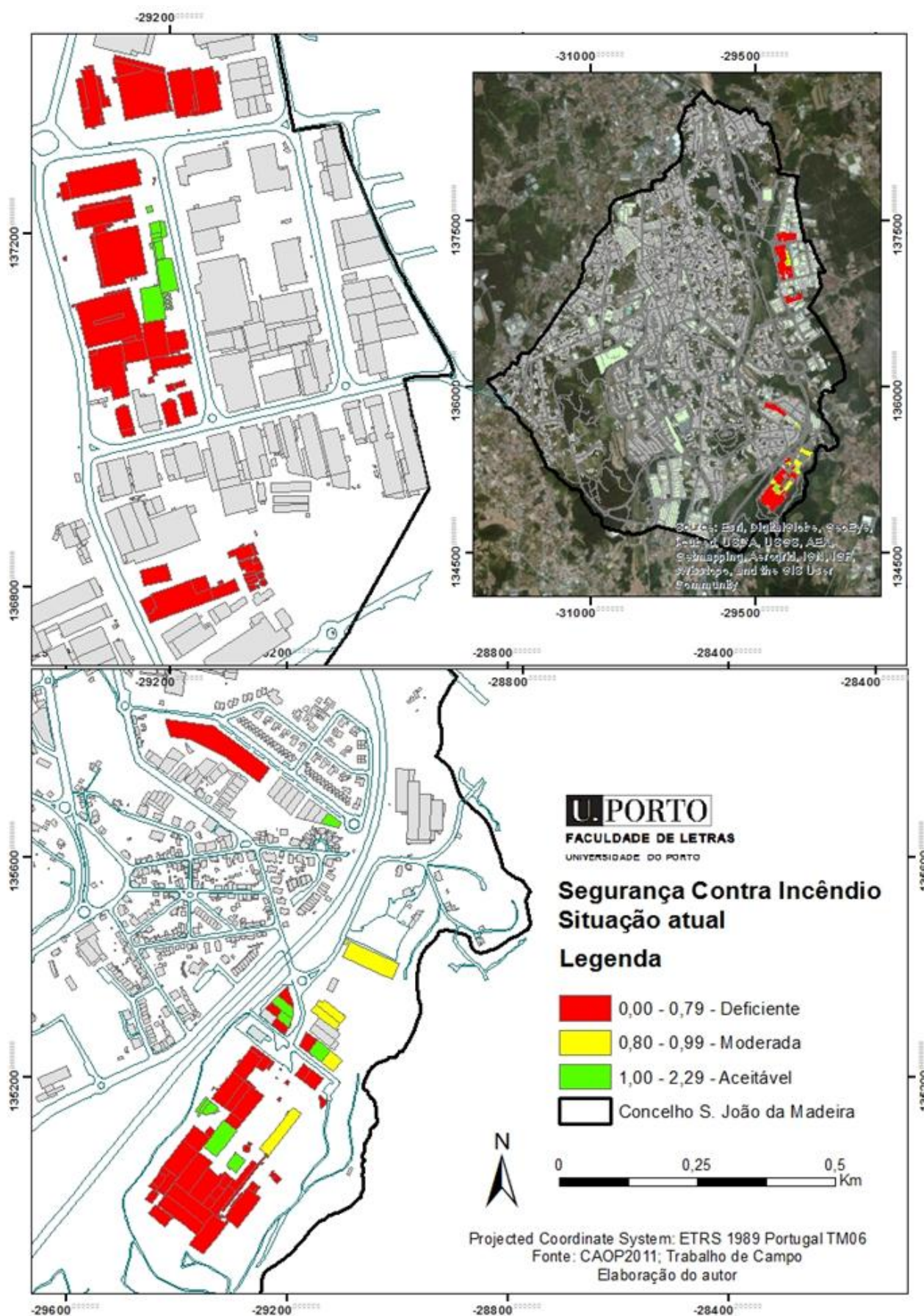


Figura 34 - Segurança Contra Incêndio atual

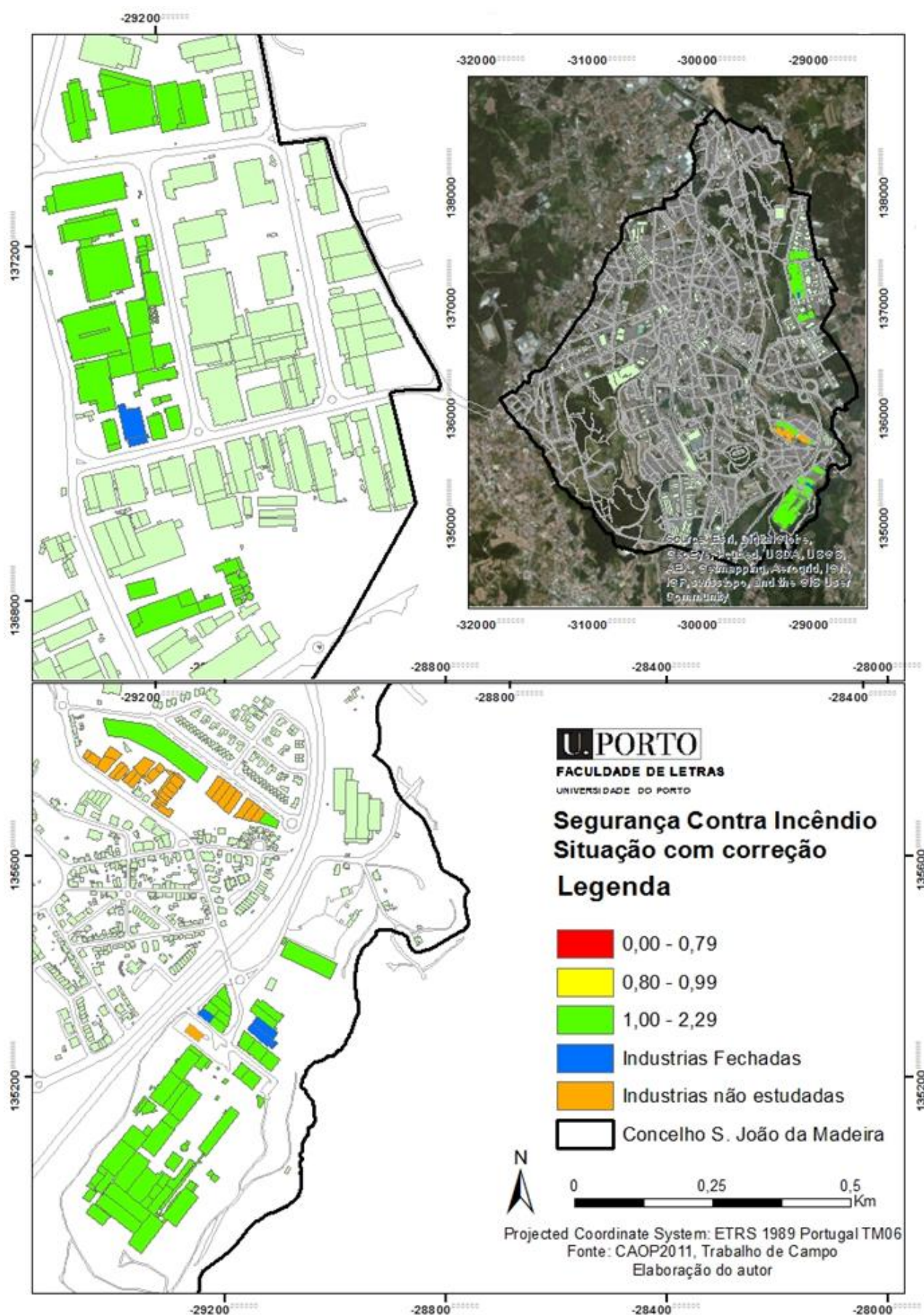


Figura 35 - Segurança Contra Incêndio Situação com Correção

6 Referencias Bibliográficas

ALEXANDER, D., 2002 “For civil protection and back again”. Disaster prevention and management, Terra publishing, England, 2002

ALMEIDA, B. de. (2002) Risco associado à segurança de barragens. Curso Análise de Riscos (FUNDEC), IST, Lisboa, pp.1–23.

AUTORIDADE FLORESTAL NACIONAL (AFN) (2009) – Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI) Guia técnico.

BARROS, José Leandro Azevedo (2010), “Riscos Naturais e Tecnológicos no Concelho de Lamego – Contributo para o Ordenamento e Gestão de Emergência Municipal”. Tese de Mestrado em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO JOÃO DA MADEIRA (2011) – Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil.

CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO JOÃO DA MADEIRA (2011) – Diagnóstico Social de São João da Madeira.

CANTOS, Jorge Olcina e Ayala-Carcedo, Javier (2002) – Riesgos Naturales, 1ª ed., Ariel Ciencia, Barcelona

CASTRO, C. F. D. & Abrantes, J. B. - Manual de Segurança contra Incêndio em Edifícios. Escola Nacional de Bombeiros. ISBN: 972-8792-16-6. Janeiro de 2009, Sintra. 464p.

CHAKRABORTY JA, M. P. Using geographic plume analysis to assess community vulnerability to hazardous accidents. Comput Environ Urban Syst. 1996;19(5-6):341-56.

COELHO, António Leça – Incêndios em Edifícios. Orion. ISBN: 978-972-8620-16-5. Outubro de 2010, Amadora. 1019p.

CUNHA, A. e Botelho, M.J. (2008) Guia da Avaliação Ambiental dos Planos Municipais de Ordenamento do Território DGOTDU. ed., DGOTDU. Novembro de 2008. Lisboa.

CUNHA, Diogo Vaz da Fonseca (2010). “Análise de risco de incêndio de um quarteirão do centro histórico da cidade do Porto”. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.

CUNHA, L.; Tavares, A., (2008) Perigosidade natural na gestão territorial. O caso do Município de Coimbra (2002), pp.89-100.

DECRETO-LEI 220/2008 - Segurança contra Incêndios em Edifícios. Diário da República, 1ª série – N°220 – 12 de Dezembro de 2008, INCM. Lisboa. pp:7903-7922.

FERNANDES, R. (2009) – Regulação na Proteção e Socorro: Segurança contra Incêndios em Edifícios. Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Administração e Políticas Públicas. Departamento de Sociologia do Instituto Universitário de Lisboa.

JULIÃO, R.P.; NERY, F.; RIBEIRO, J.L.; CASTELO BRANCO, M.; ZÊZERE, J.L. (2009). Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal. Autoridade Nacional de Proteção Civil.

LARSSON, D. Developing the Structure of a Fire Risk Index Method for Timber-frame Multi-storey Apartment Building. Department of Fire Safety Engineering, Report 5062. Lund University, Sweden, 2000.

LOURENÇO, Luciano (2003) – Análise de riscos e gestão de crises. O exemplo dos incêndios florestais. Territorium, 10, Coimbra

LUCENA, Renata Batista (2014). “Aplicação comparativa de métodos de mapeamento de riscos de incêndio nos centros urbanos das cidades Coimbra e Porto Alegre”. Dissertação de Mestrado, Pós Graduação em Engenharia Civil Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

MACEDO, Mário José Magalhães - Método de Gretener. Verlag. ISBN: 9789896420055. 2008, Lisboa. 121p.

MARGAI FL. Health risks and environmental inequity: A geographical analysis of accidental releases of hazardous materials. Prof Geogr. 2001;53(3):422-34.

MEALHA, Irene Ruiz, (2008). “Medidas de segurança contra incêndio para Angra do Heroísmo”. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

BRABDÃO, (2012). “A avaliação da susceptibilidade dos Incêndios Urbanos – Caso de estudo da Avenida Sousa Cruz em Santo Tirso”. Tese de Mestrado 2ª ciclo de estudos em Riscos, cidades e Ordenamento do Território, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, Portugal.

MENDES, José Manuel e TAVARES, Alexandre (2009) – Building resilience to natural hazards. Practices and policies on governance and mitigation in the central region of Portugal ,in MARTORELL et al, Safety, Reliability an risk analysis: Theory, methods and applications, Taylor & Francis Group, Londres.

OLIVEIRA, C.S,2006 “An Introduction” Assessing and Managing Earthquake Risk, vol. 2, Springer editors, Holanda, .(2.ª ed) 2006 .

PORTARIA N.º1532/2008 - Regime Jurídico de Segurança contra Incêndios em Edifícios. Diário da República, 1º série – N.º250 – 29 de Dezembro de 2008, INCM. Lisboa. pp:9050-9127.

PROSKE, D. (2008) Catalogue of Risks: Natural, Technical, Social and Health Risks. University of Natural Resources and Applied Life Sciences. Vienna.

REBELO, Fernando (2003) – Riscos Naturais e Acção Antrópica. Estudos e Reflexões, 2ª ed., Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra

SANTANA, Mara Leal Andrade (2007). “Avaliação de Risco de Incêndios em Centros Históricos – O caso de Montemor-o-Velho”. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

SMET, Erik de. Fire Risk Assessment Method for Engineering (FRAME): Manual para o usuário. Offerlaan 96, B 9000 Gent Belgium, 2008.

TAVARES, Alexandre (2003) – Importância da geologia no planeamento urbano, Actas do XXIII Curso de Actualização de Professores de Geociências, Coimbra

VERDE, J. (2008) – Avaliação da suscetibilidade de Incêndio Florestal. Dissertação apresentada para a obtenção de grau em Mestre em Geografia Física. Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

VERDE, J., J.L. Zêzere (2007) “Avaliação da Perigosidade de Incêndio Florestal.

Zêzere, J.L. e Garcia, R.A.C. (2003) Avaliação de riscos geomorfológicos: conceitos, terminologia e métodos de análise. III Seminário de Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território. Lisboa, pp. 299–308.

ZÊZERE, J.L., Pereira, A.R. e Morgado, P. (1999) Perigos Naturais e Tecnológicos no território de Portugal Continental. Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa, pp.1–17.